

**DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD
PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA**

**RENATA JACQUELINE BRAVO SAAVEDRA
LEIDY CAROLINA LUNA NAVAS**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

**DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD
PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA**

**RENATA JACQUELINE BRAVO SAAVEDRA
LEIDY CAROLINA LUNA NAVAS
Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniera Civil**

**Director
JORGE HERNANDO GÓMEZ GÓMEZ
Ingeniero en Vías y Transportes, M.Sc en Sistemas de Información
Geográfica**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIAS Y ADMINISTRACION
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2010**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

A Dios, A mis padres, hermanos y amigos
Rosalba Navas y Eliecer Luna,
quienes son la alegría de mi vida y
mi razón de ser

Leidy C. Luna Navas

A Dios porque es la fuerza que mueve el mundo.
A mis abuelos Elsa y Humberto.
A mis padres, hermano y amigos
quienes son los que me motivan
a ser mejor cada día.

Renata Bravo

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

Jorge Hernando Gómez Gómez, Ingeniero de Vías y Transporte M.Sc., director del proyecto, quien con su sabiduría y experiencia nos orientó en nuestro proyecto de grado, logrando consigo un valioso y reconocido sistema de información geográfica para la Universidad. Muchas gracias por su apoyo y dedicación

A la Universidad Pontificia Bolivariana por darnos la oportunidad de realizar en sus instalaciones el presente proyecto de grado. Como también gracias a nuestros compañeros de SIG del segundo semestre del 2009 quienes fueron el apoyo en la recolección de información en todo el campus universitario.

Agradecemos, a toda la comunidad universitaria, profesores, personal de seguridad, secretarías, directivos, alumnos, empleados, etc., porque gracias a ellos, hicimos de este proyecto un sistema de información geográfica, un logro para la universidad.

RESUMEN

TITULO:

DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA.

AUTORES

RENATA JACQUELINE BRAVO SAVEEDRA

LEIDY CAROLINA LUNA NAVAS

PALABRAS CLAVES

Campus, Bases de datos, Atributos alfanuméricos, Planos cartográficos, SIG, Elementos gráficos, Información espacial, Archivo shape (shp).

DESCRIPCIÓN

El proyecto se basa en identificar, recopilar, seleccionar y digitalizar la información espacial que contiene el campus de la Universidad Pontificia Bolivariana en toda su extensión, en donde se encuentra inventariado la red sanitaria, la red de acueducto, red eléctrica, red de fibra óptica, luminarias, zonas peatonales, zonas verdes, zonas viales, perímetros de edificios, zonas deportivas y de esparcimiento integrado con las bases de datos que identifiquen las cualidades o atributos de los elementos gráficos, cuantificando además el personal, dentro de las instalaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Tomando como referencia los planos cartográficos de la Universidad y los datos recopilados en campo, se logrará adecuar y actualizar la información espacial para manejar una estructurada y completa base de datos. Una vez conocidos los planos definitivos, es filtrada la información para ser cargada en el Sistema de Información Geográfica mediante un archivo "Shape (.shp) que contiene los atributos alfanuméricos recopilados de los estudios de campo y de la información documental analizada, así como la cartografía y los vínculos existentes entre ellos", Gómez (2005).

ABSTRACT

TITLE:

GIS APPLICATION DESIGN ON THE CAMPUS OF THE PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA SECTION UNIVERSITY

AUTHORS:

RENATA JACQUELINE BRAVO SAAVEDRA

LEIDY CAROLINA LUNA NAVAS

KEY WORD:

Campus, Data base, Alphanumeric attributes, Cotidian graphs, GIS, Information spaced, File shape (shp).

DESCRIPTION:

The project is based on identifying, collecting, selecting and digitizing the space information that contains the campus of the Universidad Pontificia Bolivariana in all its extention, that we can find the inventory of the sanitary network, the network of aqueducts, electric network, fiber optic network, lighting, pedestrian zones, green spaces, road zones, perimeters of buildings, sports and entertainment spaces. Also qualify the staff inside of the installations.

Making reference about the cotidian graphs of the university and the extracted data in the camp it achieves adequate and actualized information spaced for the management of a structured and complete data base. Once known as the definitive plains the information is filtered so it can be charged in the system of geographic information, using a file called "Shape" (.Shp) that contains alphanumeric attributes collected that define his characteristics and the links between them, "Gomez (2005).

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS.....	I
LISTA DE TABLAS.....	II
INTRODUCCIÓN.....	1
1. OBJETIVOS.....	3
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	4
2.1.1 INTRODUCCIÓN DE DATOS.....	5
2.1.1.1 MODELOS DE DATOS.....	5
2.1.1.2 MODELO VECTORIAL.....	6
2.1.1.3 MODELO RASTER.....	6
2.1.1.4 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE AMBOS MODELOS.....	7
2.1.2 BASE DE DATOS.....	8
2.1.2.1 BASE DE DATOS RELACIONAL.....	9
2.1.2.2 BASES DE DATOS ORIENTADAS A OBJETOS.....	10
2.1.2.3 SISTEMA MANEJADOR DE BASE DE DATOS.....	12
2.1.3 LIMPIEZA DIGITAL.....	13
2.1.4 TOPOLOGÍAS.....	18
2.1.4.1 TOPOLOGÍA DE NODOS.....	19
2.1.4.2 TOPOLOGÍA DE RED.....	20
2.1.4.3 TOPOLOGÍA DE POLIGONAL.....	20
2.1.4.4 ANÁLISIS BASADO EN TOPOLOGÍAS.....	20
3. DESARROLLO DEL PROYECTO.....	23
3.1 ANTECEDENTES.....	23
3.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	26
3.3 METODOLOGÍA.....	26
3.3.1 DEFINICIÓN DEL PROYECTO.....	27
3.3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN GRÁFICA.....	28
3.3.3 DIGITALIZACIÓN.....	30
3.3.3.1 DIGITALIZACIÓN PARA POLÍGONOS.....	30
3.3.3.1.1 CREACIÓN TOPOLOGÍA DE POLÍGONOS.....	34
3.3.3.2 DIGITALIZACIÓN PARA REDES.....	39
3.3.3.2.1 CREACIÓN TOPOLOGÍA DE RED.....	40

3.3.4	BASE DE DATOS	41
3.3.5	MONTAJE SIG-UPB	46
3.3.5.1	EXPORTAR SHAPE	46
3.3.5.2	CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO	48
3.3.5.3	CREACIÓN TOPOLOGÍA DE PUNTOS	52
3.3.5.4	MANEJO INFORMACIÓN ALFANUMÉRICA	54
3.3.5.5	VINCULACIÓN DE IMÁGENES	55
3.3.5.6	CREACIÓN LAYOUT	57
3.3.6	CONSULTAS	62
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	69
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTADO DE FIGURAS

I

Figura 1 Captura de Datos	5
Figura 2 Objeto Duplicado.....	14
Figura 3 Cortes en intersecciones	14
Figura 4 Elemento corto	15
Figura 5 Elemento corto 2	15
Figura 6 Extensión de elemento insuficiente.....	16
Figura 7 Unión de nodos cercanos.....	17
Figura 8 Seudo-nodos.....	17
Figura 9 Análisis de superposiciones	22
Figura 10 Paso 1, Limpieza	31
Figura 11 Paso 2, Limpieza	32
Figura 12 Paso 3, Limpieza	33
Figura 13 Paso 4, Limpieza	33
Figura 14 Creación de Topología.....	34
Figura 15 Topología de Polígono.....	35
Figura 16 Topología de Polígonos- selección.....	35
Figura 17 Topología de Polígono- Seleccionar centroides	36
Figura 18 Errores de Polígono.....	36
Figura 19 Alerta de error.....	37
Figura 20 Ejemplo Polígono EDIFICIOS.....	37
Figura 21 Ejemplo Polígono EDIFICIOS.....	38
Figura 22 Ejemplo polígono EDIFICIOS	38
Figura 23 Resultado Topología de Polígonos.....	38
Figura 24 Ejemplo de red	39
Figura 25 Topología red	40
Figura 26 Exportar Shape (*.shp)	47
Figura 27 Exportar Shape (*.shp)	47
Figura 28 Resultado exportar Shape (*.shp).....	48
Figura 29 Creación de un nuevo proyecto	48

Figura 30 Abrir un proyecto existente.....	49
Figura 31 Open Project.....	49
Figura 32 Creación view	50
Figura 33 Propiedades del proyecto.....	51
Figura 34 Agregar temas	51
Figura 35 Temas encendidos	52
Figura 36 Creación de puntos 1	53
Figura 37 Creación de puntos 2	53
Figura 38 Creación de nueva columna	54
Figura 39 Vinculación de imágenes al mapa	56
Figura 40 Vinculación de imágenes al mapa	56
Figura 41 Nuevo layout.....	57
Figura 42 Propiedades de layout	58
Figura 43 Orientación de la hoja	58
Figura 44 Creación rotulo	59
Figura 45 Escala específica	60
Figura 46 Visualización layout	60
Figura 47 Herramienta NORTE	61
Figura 48 Layout SIG-UPB.....	61
Figura 49 Consulta con la herramienta <i>Find</i>	62
Figura 50 Consulta con la herramienta Find	63
Figura 51 Consulta con la herramienta Query Builder.....	64
Figura 52 Consulta con la herramienta Query Builder.....	64
Figura 53 Consultas espaciales.....	65
Figura 54 Consultas espaciales.....	66

LISTADO DE TABLAS

II

Tabla 1 Inventario de planos.....	29
Tabla 2 Modelo lógico - Predio.....	41
Tabla 3 Modelo lógico - Canchas.....	41
Tabla 4 Modelo lógico - Parqueadero	42
Tabla 5 Modelo lógico - Vía	42
Tabla 6 Modelo lógico - Edificios.....	42
Tabla 7 Modelo lógico - Urbanismo	43
Tabla 8 Modelo lógico - Edificios.....	43
Tabla 9 Modelo lógico – Baños	44
Tabla 10 Modelo lógico – Contra incendios	44
Tabla 11 Modelo lógico – Red eléctrica	44
Tabla 12 Modelo lógico – Red sanitaria.....	45
Tabla 13 Modelo lógico – Red hidráulica.....	45

INTRODUCCIÓN

Pensando en el crecimiento que se ha visto en los últimos años, en el auge y aceptación que ha tomado la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga en el oriente colombiano, se vio la necesidad de diseñar una aplicación de un Sistema de Información Geográfica que permita un acceso rápido a la información para la debida administración de bienes, recursos y servicios, generando así un diagnóstico preciso para situaciones de planificación, construcción, mantenimiento y/o emergencia.

Este proyecto se denomina “SIG-UPB: Sistema de Información Geográfica de la Universidad Pontificia Bolivariana” el cual suministrará información espacial y alfanumérica relacionadas en un mismo ambiente gráfico dando cabida a suposiciones y análisis que sirvan de apoyo para la realización de nuevos proyectos futuros. De esta forma el SIG-UPB será la herramienta guía que resolverá problema complejos de una forma sencilla y confiable.

Con base en los últimos proyectos de ampliación en la planta física como aulas de clase, oficinas, biblioteca, zonas deportivas y el equipamiento en tecnología se establecieron cambios significativos que llevaron a plantear la recopilación de planos, modificarlos y complementarlos de acuerdo con el análisis utilizado en el trabajo de campo.

La metodología empleada consta de cuatro fases: La primera es el levantamiento de las nuevas construcciones en la Universidad para de esta forma verificar, modificar y reorganizar los planos existentes. La segunda fase trata de recopilar la

información espacial de la red sanitaria, la red de acueducto, red eléctrica, red de fibra óptica, luminarias, zonas peatonales, zonas verdes, zonas viales, perímetros de edificios, zonas deportivas y de esparcimiento. También, el personal de planta existente dentro de las instalaciones.

Seguidamente en la tercera fase se procede a filtrar la información obtenida y clasificarla en su grado de relevancia de importancia, procediendo de esta forma a la fase cuarta donde se digitaliza y sistematiza para culminar con la obtención de un Sistema de Información Geográfica de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar, recopilar, seleccionar y digitalizar la información espacial que contiene el campus de la Universidad Pontificia Bolivariana en toda su extensión, incluyendo el diseño y montaje de las respectivas bases de datos que nos identifiquen las cualidades o atributos de los elementos gráficos.

1.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Definir los modelos conceptual y lógico
- Inventariar y digitalizar los planos de los bloques A, B, C, D, E, F, G, H, I y J de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- Inventariar y digitalizar las red sanitaria, red de acueducto, red eléctrica, red de fibra óptica y luminarias.
- Inventariar y digitalizar zonas verdes, zonas viales, zonas deportivas y de esparcimiento.
- Definir el modelo físico
- Generar consultas preliminares.
- Poner en operación el Sistema de Información Geográfica.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

“un sistema de información geográfica puede, en general, ser definido como un sistema de hardware, software, datos y una estructura organizacional para recolectar, almacenar, manipular y analizar espacialmente datos georeferenciados, mostrando la información resultante de estos procesos. El sistema puede:

- Recolectar, almacenar y recuperar información basado en una localización espacial.
- Identificar sitios dentro de un ambiente de consulta basado en información espacial.
- Explorar relaciones entre bases datos dentro de un entorno.
- Analizar las relaciones de datos espacialmente como una ayuda en la toma de decisiones sobre ese entorno.
- Facilitar la selección y el paso de los datos a modelos analíticos específicos capaces de evaluar el impacto de alternativas en la selección escogida.
- Mostrar el entorno seleccionado gráficamente y numéricamente desde antes o después.”¹ Wolf/Ghilany, (2002).

¹ Tomado de Elementary surveying, an introduction to geomatics. Decima edición, Wolf/Ghilany, 2002.

2.1.1 Introducción de datos

“la información necesaria de un SIG² puede dividirse en dos grandes bloques: la información gráfica y la información alfanumérica.

La primera de ellas generalmente hace referencia a la cartografía del ámbito de trabajo y puede ser obtenida por diferentes medios: restitución fotogramétrica, topografía, GPS, teledetección, etc., en este último caso se captura también la información alfanumérica”³ Lantada/Núñez, (2004)

Figura 1 Captura de Datos



2.1.1.1 Modelos de datos

“Para trabajar con un SIG es necesario en primer lugar introducir la información geográfica en un sistema de información y realizar una modelización de la realidad, siendo los dos modelos de datos más empleados el vectorial y el raster.

² SIG Sistema de Información Geográfica.

³ Tomado de Sistemas de Información Geográfica, Practicas con Arc View, Primera ed, Lantada/Nuñez, 2004.

Si se desea disponer de información de una amplia zona sin importar los límites de los objetos, se emplean los datos raster con los que se dispone de información continua. Sin embargo, si los límites de las entidades geográficas tienen gran importancia para la aplicación y se requiere recoger los elementos de forma individual, se elegirá un modelo vectorial.

En ambas estructuras de datos será necesario que queden reflejadas las relaciones espaciales de los elementos entre sí, lo cual se conoce en el área de la matemáticas como topología.”⁴ Lantada/Núñez, (2004).

2.1.1.2 Modelo vectorial

“el modelo vectorial almacena los datos espaciales mediante la discretización de los mismos, lo que permite su clasificación en elementos geométricos, como lo son los polígonos, las líneas y los puntos. Cualquier elemento espacial, de acuerdo con la escala de visualización, puede clasificarse en una de estas formas geométricas.”⁵ Cáceres J, (2002).

2.1.1.3 Modelo raster

“La representación a través del modelo raster muestra la realidad utilizando un patrón regular (matriz o arreglo), conformado por celdas o píxeles (normalmente cuadrados); cada una de las celdas tiene asociado un valor numérico, representando así un elemento del paisaje.

⁴ Tomado de Sistemas de Información Geográfica, Practicas con Arc View, Primera ed, Lantada/Núñez, 2004.

⁵ Tomado de Ingeniería de SIG (material de apoyo pedagógico). Especialización en sistemas de información geográfica, Cáceres J, UIS, Bucaramanga, 2002.C

Algunas fuentes de datos raster son las imágenes de satélite y fotografías aéreas, entre otras. Por ser los cuadrados los tipos de celdas más utilizados, también se le conoce con modelo en malla (grid).

Para la representación raster, se supone que la región a estudiar (o mapa) ha sido partido en pequeñas áreas (sin recubrimiento), tales que se conozcan sus características importantes y que se han determinado sus atributos, de tal manera que se conoce su posición (mediante la secuencia de una celda tras otra), su tamaño (previamente definido) y sus atributos (claramente identificados).

Lo anterior no quiere decir que el tamaño de las celdas sea siempre igual e inmodificable. A veces, especialmente en estos usos cartográficos, es conveniente modificar el tamaño, en aras de ganar espacio en el almacenamiento de grandes archivos.”⁶ Gómez, (2005).

2.1.1.4 Ventajas e inconvenientes de ambos modelos

“Ventajas del modelo vectorial:

- Buenas presentación y resolución.
- Menor ocupación, mayor velocidad de proceso.
- Facilidad de descripción y aplicación topológica.

Inconvenientes del modelo vectorial:

- Estructura de datos compleja.
- Programas de tratamiento más complejo.

Ventajas del modelo raster:

- Captura de información más rápida.

⁶ Tomado de Sistemas de Información Geográfica, Gómez /Arciniega, UIS, Bucaramanga, 2005.

- Estructura de datos más simple.
- Facilidad de análisis espacial y simulación.
- Tecnología, más económica.

Inconvenientes del modelo raster:

- Gran volumen de datos.
- Menor resolución y dificultad de estructura en capas de información.”⁷ Lantada/Núñez, (2004).

2.1.2 Base de datos

“la información alfanumérica se almacena en la base de datos. Lo primero que hay que hacer a la hora de diseñar dicha base de datos es analizar la información que se ha de incluir en ella, para definir conceptualmente las relaciones entre diversos elementos que la integran y crear el modelo de datos. El más extendido es el conocido como modelo entidad-relación que usa los siguientes elementos.

- Entidades: elementos relevantes para la base de datos que se va a elaborar. En un SIG serian todos los objetos de mundo real que pueden localizarse espacialmente. Ej.: casa, pozo...
- Atributos: características o variables asociadas a cada entidad. Ej.: área de la casa, nº de habitantes...
- Para cada atributos se define una serie de valores posibles y cada entidad cada atributo solo puede tener un valor.
- Relaciones: mecanismos que permiten relacionar unas entidades con otras. Permiten modelar y representar cualquier tipo de situación y de interacción entre dos entidades. Ej.: proximidad, situado en...

⁷ Tomado de Sistemas de Información Geográfica, Practicas con Arc View, Primera ed, Lantada/Núñez, 2004.⁷

El tipo de relación se define tomando los máximos de las cardinalidades que intervienen en la relación. La cardinalidad es el número de elementos de una entidad que pueden asociarse a un elemento de otra entidad relacionada. Existen cuatro posibles:

- Una a una: de modo que una vez fijo un elemento de una entidad se conoce la otra. Ej.: país y capital.
- Una a muchas: Ej.: cliente y pedidos.
- Muchas a una: coincide con la anterior, pero desde el punto de vista inverso.
- Muchas a muchas. Ej.: alumnos y asignaturas.

Los elementos del modelo entidad-relación se pueden organizar en diversos tipos de bases de datos, de los cuales los empleados en los SIG son: bases de datos relacional y bases de datos orientada a objetos.

2.1.2.1 Base de datos relacional

En el modelo de base de datos relacional, la información es organizada en un conjunto de tablas a las que se les asigna un nombre exclusivo. En estas tablas se representa tanto las entidades con las relaciones. De acuerdo con el modelo entidad-relación, los registros (filas) se refieren a entidades del mismo tipo y los campos (columnas) a los diferentes atributos temáticos asociados a cada entidad.

Cada tabla debe ser un conjunto único, no pueden existir dos filas cuyos contenidos coincidan totalmente, pero las diferentes tablas pueden relacionarse o unirse de modo que se tenga información completa de los atributos de cada elemento gráfico. Para ello, una de las columnas de cada tabla constituye un atributo espacial: el identificador de registro que será único para cada registro y

que no puede eliminarse sin destruir la tabla o relación, este identificador recibe el nombre de clave primaria.

Los valores de la clave primaria serían por definición irrepetibles y no podrán ser nulos. Este campo clave sirve para referirse a otras tablas de la base de datos y así relacionar dos conjuntos de datos diferentes.

Las ideas fundamentales de una base de datos relacional son:

- Cada fila de una tabla corresponde a un elemento geográfico y debe tener un identificador unívoco.
- Los valores de una columna deben ser únicos.
- Cualquier columna que no forma parte de la clave primaria debe depender por entero de ésta.
- La dependencia de una columna respecto de otras debe ser directa y no transitiva.
- La unión de tablas únicamente puede llevarse a cabo mediante los identificadores.

Este tipo de bases de datos es el más empleado en los SIG vectoriales, ya que el tratamiento de la información es rápido y fácil, su estructura es muy flexible y poseen un lenguaje de consulta específico.

2.1.2.2 Bases de datos orientadas a objetos

Un objeto se puede definir como una entidad que tiene una situación representada por los valores de las variables y por un conjunto de operaciones que actúan sobre ellas.

Los objetos pertenecen a clases para las que también se definen variables y operaciones de análisis. Cada clase de objeto puede pertenecer a una superclase de la cual puede heredar atributos y operaciones. Por ejemplo se pueden definir cuatro objetos: el polígono, la provincia, la comarca y el municipio. A su vez, tenemos tres clases provincia, comarca y municipio que estarían incluidas en la superclase del polígono.

En esta estructura existe la propiedad llamada polimorfismo, de modo que el mismo símbolo de operador actuara de forma diferente sobre diferentes tipos de objetos. Por ejemplo si aplicamos el operador suma (+) a campos numéricos realizará la suma de los mismos, mientras que si lo aplicamos a campos de caracteres lo que hará es la concatenación de los mismos. Otro ejemplo con datos gráficos sería la propiedad que tiene un objeto a mostrarse de forma diferente según el conjunto de datos con los que se esté enfrentando; así, un punto se representa como texto o como símbolo según el tipo de datos que esté representando.

Se habla de objetos encapsulados cuando conocen y o contiene los procedimientos y funciones que deben definir su comportamiento. Los objetos actúan cuando reciben mensajes, tanto de otros objetos como del usuario del sistema. Si enviamos un mensaje a un objeto, por ejemplo a un punto de información en una acera, y el contenido del mensaje es "cambia de color", el objeto ejecutará el procedimiento que tiene internamente y que le permite mostrarse de otro color.

Este tipo de base de datos tiene mayor flexibilidad en cuanto al tipo de aplicaciones que pueden realizarse con ellas, al poseer la base de datos una estructura muy parecida a la del mundo real, siendo además aplicaciones muy estables para ser utilizadas por usuarios no expertos. Por otro lado las herencias entre clases de objetos ahorran mucho espacio en la memoria del ordenador al no repetir atributos comunes.

Las desventajas que plantean son:

- La velocidad de gestión es proporcional al número de objetos, por lo que puede llegar a ser muy lenta.
- La capacidad de construcción de topologías y cartografía base es peor que en los sistemas convencionales.
- Las implementaciones operativas son muy numerosas y lentas
- Exige un trabajo inicial muy complicado y detallado de definición de los objetos más adecuados para cada aplicación en concreto. Se ha de tener muy claro que elementos son objetos y cuales superclases, las variables y operaciones, las propiedades y funciones que se pueden heredar y las que no.”⁸ Lantada/Núñez, (2004).

2.1.2.3 Sistema manejador de base de datos

“El DBMS es el paquete de programas que maneja todas las demandas del usuario para el acceso a la base de datos, ya que el usuario está aislado completamente de la estructura de almacenamiento físico; este paquete posibilita la existencia y uso de la base de datos.

Los componentes generales de un DBMS son:

- Lenguaje de definición de datos (Data Definition Language-DDL).
- Lenguaje de manipulación de datos (Data Manipulation Language-DML)
- Lenguaje de control de datos (DCL) permite controlar los cambio a los datos y a la base de datos.
- Diccionario de datos

⁸ Tomado de Sistemas de Información Geográfica, Practicas con Arc View, Primera ed, Lantada/Nuñez, 2004.⁸

- Gestor o administrador (Data Base Administrador DBA) es el usuario encargado de la creación, manipulación y modificación de la estructura de la base de datos, tiene funciones relativas a la seguridad en integridad de los datos controla el acceso de los usuarios.”⁹ Gómez, (2005).

2.1.3 Limpieza digital

“Antes de realizar la creación de topologías, se debe verificar que los polígonos, redes o puntos se encuentren dibujados perfectamente.

Esto implica, tener polígonos perfectamente cerrados (con área), redes conectadas perfectamente en sus nodos, y puntos dibujados como tales en el programa CAD (los objetos con área no pueden ser puntos).”¹⁰ Pérez/Maldonado, (2007)

Los errores que se analizan dependen de la tolerancia especificada y son¹¹ :

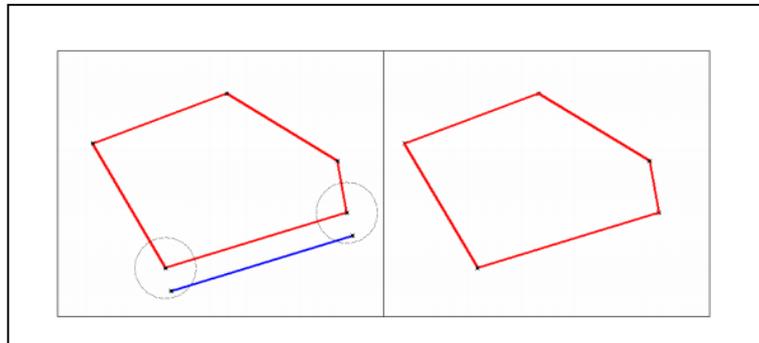
- Objetos duplicados: “localiza objetos que parten de igual comienzo y fin así como otros puntos dentro de la distancia de tolerancia”. En la figura se observa que la línea azul aparece dentro del límite de tolerancia (circulo), considerándose idéntica a la roja. Obviamente, una línea encima de otra es idéntica. El comando no toma en cuenta el formato línea.

⁹Tomado de Sistemas de Información Geográfica, Gómez /Arciniegas, UIS, Bucaramanga, 2005.

¹⁰Tomado de Levantamiento y georeferenciación de nodos, redes y polígonos pertenecientes al campus central de la Universidad Industrial de Santander para su implementación en el Sistema de Información Geográfica SIG-UIS, Pérez / Maldonado, Bucaramanga, 2007.

¹¹ Tomado de Auto CAD map 3D 2006 help manual, AUTODESK ®, 2006.

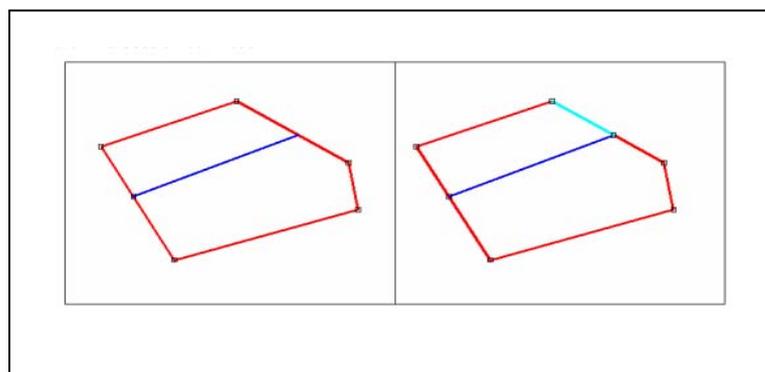
Figura 2 Objeto Duplicado



- Cortes en intersecciones: “localiza objetos que cruzan a otros y no tienen un nodo en la intersección, separando los elementos cruzados y creando un nodo.” En la figura se observa cómo se rompe el elemento a partir del punto de intersección generando dos elementos individuales no ambiguos.

Deben emplearse con cuidado ya que hay casos en los que existen ductos que se cruzan a diferente nivel sin tener contacto para los cuales la ruptura de los elementos y generación del nodo de intersección supondría un error.

Figura 3 Cortes en intersecciones



- Elementos cortos: “localiza cualquier objeto con una longitud menor que la especificada por la tolerancia y lo elimina. Remueve tanto objetos aislados como objetos que hacen parte de la poli línea.” En la figura, una vez ejecutado el comando de corte por intersección, el elemento sobrante se considera corto puesto que el círculo de tolerancia de elementos cortos lo envuelve en su totalidad

Figura 4 Elemento corto

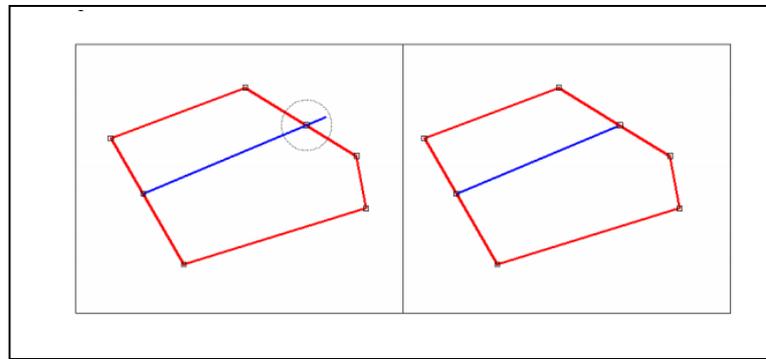
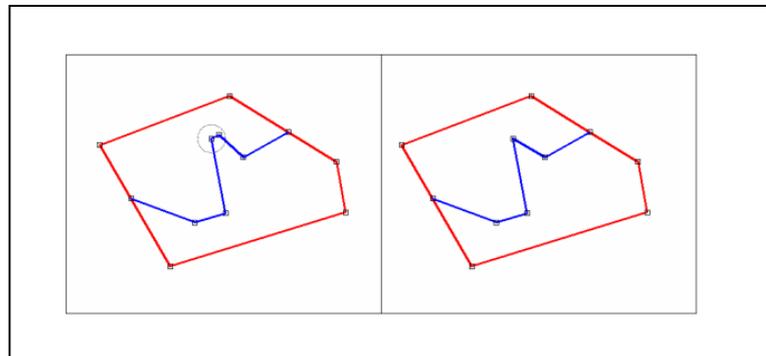
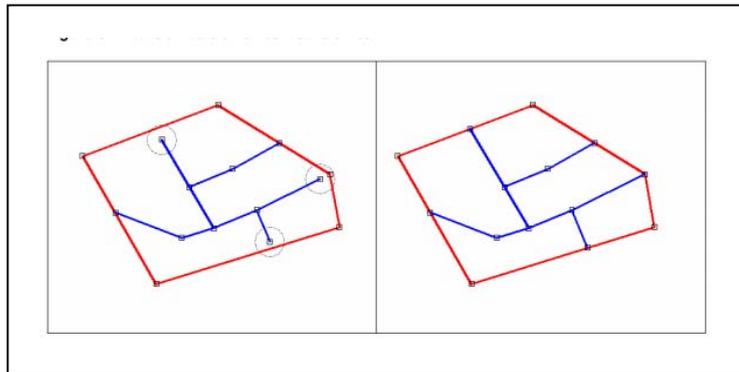


Figura 5 Elemento corto 2



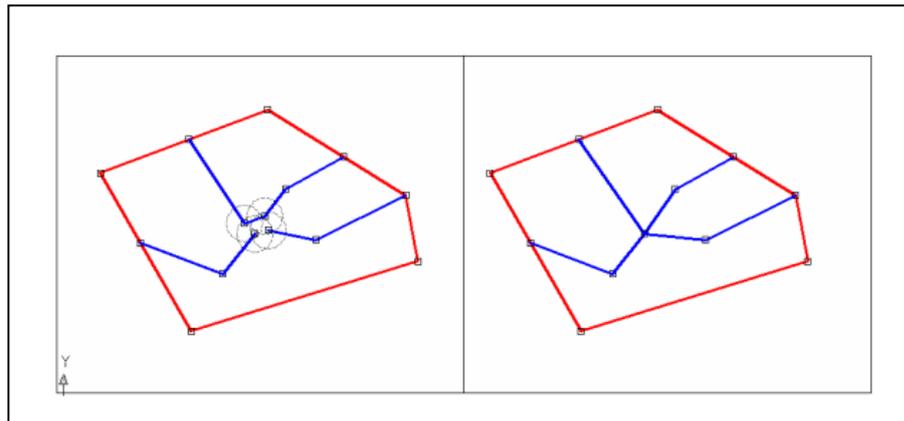
- Extensión de elementos insuficientes: “usualmente cuando se trabaja en cartografía puede suceder que una línea dibujada no llegue al punto deseado, aunque aparentemente parezca lo contrario, la herramienta de extensión de objetos insuficientes localiza los elementos que tengan nodos separados de elementos del dibujo por una distancia menor a la tolerancia establecida y procede a alargar este elemento hasta el otro, si no existe un nodo en el sitio de llegada el proceso genera un nodo nuevo”.

Figura 6 Extensión de elemento insuficiente



- Unión de nodos cercanos: “corrige múltiples nodos cercanos creando uno solo”. En la figura se observa que dos nodos se encuentran dentro del círculo de tolerancia de nodo cercano.

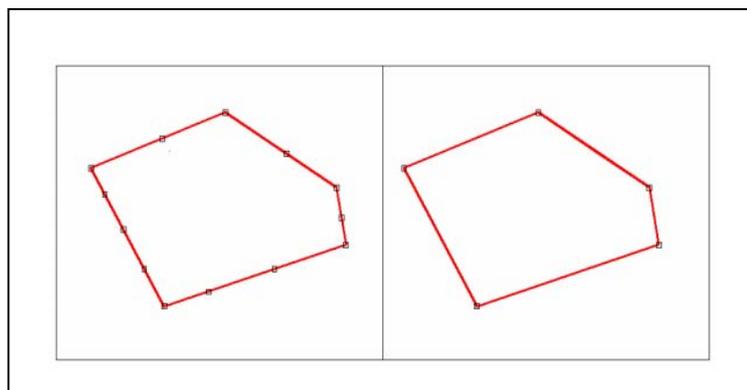
Figura 7 Unión de nodos cercanos



- Disolución de pseudo-nodos: “un pseudo-nodo es un nodo de manera innecesaria en un elemento que esta compartiendo únicamente por dos objetos, por ejemplo una línea larga se puede dividir innecesariamente en muchas por pseudo-nodos.

Usando la herramienta se puede localizar y disolver cualquier pseudo-nodo y unir los elementos en uno solo. Esta opción también elimina los nodos que se encuentran en la intersección de dos objetos lineales, dejando el vértice en su sitio.

Figura 8 Pseudo-nodos



“Para la correcta utilización de estos comandos es de suma importancia conocer el significado de tolerancia. La tolerancia es la distancia en todas direcciones desde un objeto hasta donde el comando de limpieza busca el problema. Es una franja alrededor de la línea (o punto), que define un área donde el error se presenta.

Por ejemplo, al detectar un problema por elementos duplicados, el comando traza dos líneas paralelas a uno y otro lado del objeto en cuestión con la distancia igual a la tolerancia, y lo interseca con un círculo de radio igual a la tolerancia en los nodos de las líneas. Si otro objeto se encuentra dentro del área de tolerancia se considera que el elemento es duplicado y se elimina.

La limpieza puede borrar o modificar de una manera indeseada elementos del dibujo causando errores graves por modificar la información verdadera de los objetos geo-referenciados.

Por tal motivo, es importante definir cuál es la tolerancia que se admite, asumiendo un valor menor al error máximo admisible para la escala de manejo del plano y ajustándola específicamente para cada tipo de herramienta”.¹² Pérez/Maldonado, (2007).

2.1.4 Topologías

La cartografía que ha sido recopilada a través de los planos que tiene la Universidad de las tres fases que consta esta, contiene la información arquitectónica y de redes (acueducto, sanitaria, eléctrica y comunicaciones) necesaria, para representar de manera auténtica el estado actual del campus universitario. Sin embargo para el Diseño de una Aplicación SIG en el campus de

¹²Tomado de Levantamiento y georeferenciación de nodos, redes y polígonos pertenecientes al campus central de la Universidad Industrial de Santander para su implementación en el Sistema de Información Geográfica SIG-UIS, Pérez / Maldonado, Bucaramanga, 2007.

la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga la cartografía debe ser simplificada de manera tal que solo conserve la información que será objeto de estudio. Para obtener el grado de simplificación deseado se procede a revisar el alcance de la investigación y en base a ello se identifican todos los elementos de la cartografía.

“El proceso de simplificación se lleva a cabo por medio de la creación de topologías las cuales son una serie de reglas y elementos que modelan la manera en la que entidades como puntos, líneas y polígonos comparten geometría en el espacio del mapa. Estos tres tipos de topologías definidos según la dimensión de los elementos que las forman, son la información que dotara de inteligencia al mapa, permitiendo ampliar las capacidades de análisis”¹³Pérez/Maldonado, (2007).

2.1.4.1 Topología de nodos

“Normalmente un nodo es un punto que representa una entidad geografía demasiado pequeña para ser representada como una línea o como una superficie; este tipo de elemento es una abstracción de un objeto de cero dimensiones y se representa por una par de de coordenadas X, Y. la topología de nodos describe al elemento geográfico representándolo con identificador y resistencia; no guarda relaciones con otros nodos (y demás topologías), a diferencia de las topologías de red y polígonos. los pozos petrolíferos o de agua desconectados son un ejemplo de una topología de nodos.

¹³ Tomado de Levantamiento y georeferenciación de nodos, redes y polígonos pertenecientes al campus central de la Universidad Industrial de Santander para su implementación en el Sistema de Información Geográfica SIG-UIS, Pérez / Maldonado, Bucaramanga, 2007.

2.1.4.2 Topología de red

Estudia la interconexión de vínculos (líneas) que forman una red lineal. Los vínculos pueden conectar vínculos entre sí. Un ejemplo de red es una aplicación de retribución de agua en la que se traza el flujo de agua desde una estación de bombeo las viviendas. Otro ejemplo es una red de calles.

2.1.4.3 Topología de poligonal

El polígono es una entidad utilizada para representar superficies. Un polígono se define por las líneas que forman su contorno cerrado y por un centroide que lo identifica. Los polígonos tienen atributos que describen al elemento geográfico que representan tales como: identificador, área, perímetro y enlaces. Las topologías de polígonos almacenan la información concerniente a la ubicación geométrica de los polígonos tales como son la vecindad, contigüidad, proximidad y contención.

2.1.4.4 Análisis basado en topologías

La creación de topologías en una cartografía permite potenciar el uso y recursividad de la información existente. Este proceso de administración y exploración recibe el nombre de análisis espacial. Existen dos tipos principales de análisis que se pueden realizar a la información cartográfica procesada topológicamente: El análisis aislado y el análisis por superposición de topologías.

- **Análisis aislado**

Las topologías individualmente permiten la exploración y análisis de la información propia que estos contienen. En el caso de la topología poligonal, las relaciones de vecindad, proximidad, contención y contigüidad, se incluyen en la información propia permitiendo el análisis de consultas geométricas.

Para hallar relaciones entre los objetos que incluyan la información “alfa-numérica” o no espacial, se recurre a tipos de análisis aislados de topologías como¹⁴ Pérez/Maldonado, (2007).

- Buffering de punto: ¹⁵ “Crea un círculo alrededor de un punto cuyo radio puede ser una distancia, la distancia a otro objeto o una expresión. El resultado es una selección de objetos que intersecan el círculo, objetos que se encuentran dentro de este u objetos externos al círculo, además de las expresiones que se pueden construir a partir de la información que contiene la base de datos.
- Ruta mínima: Para la topología de redes. Identifica la ruta mínima entre dos puntos. Para esto, a cada línea de la red, se le asigna un valor llamado resistencia, que significa el costo por recorrer dicha línea. El costo puede ser, entre otros, la longitud de la línea o el tiempo que demora recorrerla.
- Análisis de flujo: Interrelaciona el flujo a través de las líneas hallando desembocaduras, flujos contrarios o flujos bidireccionales, entre otras.

¹⁴Tomado de Levantamiento y georeferenciación de nodos, redes y polígonos pertenecientes al campus central de la Universidad Industrial de Santander para su implementación en el Sistema de Información Geográfica SIG-UIS, Pérez / Maldonado, Bucaramanga, 2007.

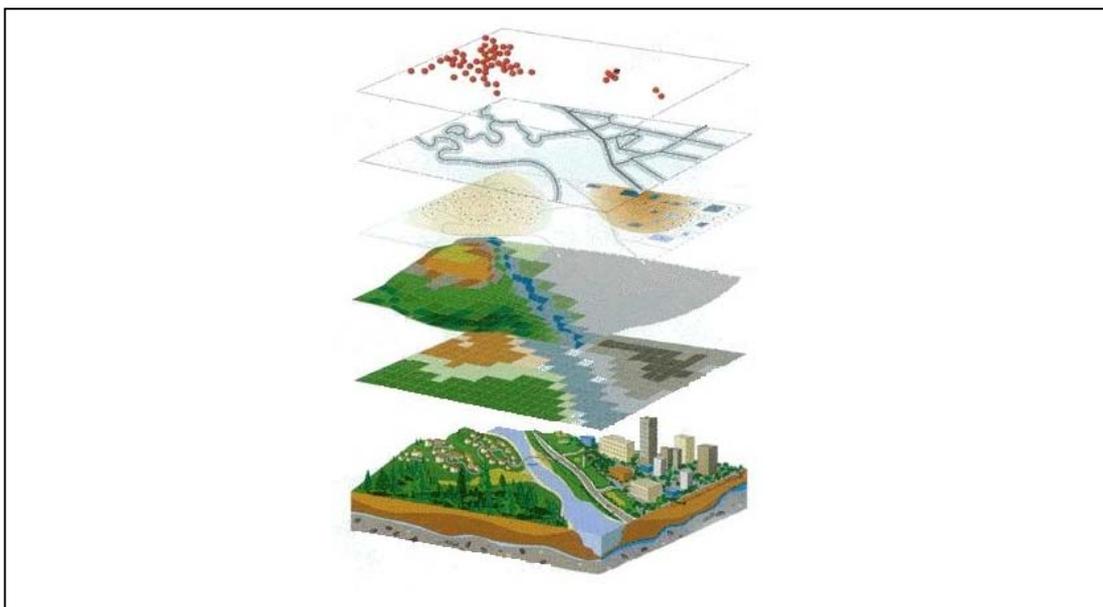
¹⁵ Tomado de Auto CAD map 3D 2006 help manual, AUTODESK ®, 2006.

- Buffering de línea: Crea una franja de igual ancho a cada lado de la línea y arroja los mismos resultados que el buffer de punto.
 - Buffering de área: Crea un polígono paralelo y sus resultados son similares al buffer de línea o punto.
 - Disolución: Disuelve los bordes de polígonos contiguos cuando el valor de un atributo es común”.
-
- **Análisis por superposición**

Mediante la superposición de topologías se pueden realizar análisis sobre la relación de un determinado suceso y su relación con los elementos que lo rodean.

Es más eficiente que el análisis aislado, puesto que permite combinar las diferentes capas de la información disponible, para efectuar consultas más complejas a partir de los elementos con los que se dispone y así generar valor agregado sobre las consultas aisladas.

Figura 9 Análisis de superposiciones



3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 ANTECEDENTES

Hoy en día gracias a los avances tecnológicos, se ha generado una gran aceptación en la mayoría de las universidades que buscan mediante su implementación ofrecer a los usuarios alta calidad, exactitud y actualidad en su reconocimiento espacial.

“La sociedad actual se presenta cada vez mas demandante de información referenciada espacialmente para el conocimiento del entorno y, técnicamente las posibilidades existentes son muy amplias”¹⁶ Buzai, (2008). A partir de esto surgió la necesidad de crear un Sistema de Información Geográfica donde se encuentre inventariado y referenciado todo el campus universitario siendo de utilidad para nuevos proyectos o reformas futuras.

En este momento la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga no cuenta con un Sistema Información Geográfica, simplemente cuenta con planos, analógicos y digitales sin la organización de las bases de datos descriptivas. Por este motivo se quiere hacer una base de datos referenciados donde se enuncie y ubique cada lugar u objeto de la Universidad con sus respectivos atributos descriptivos.

¹⁶ Tomado de: “Sistema de información Geográfica (SIG), Métodos y técnicas para el trabajo el trabajo en el aula.

Debido a que los SIG se han constituido durante los últimos 20 años, en los países subdesarrollados como Colombia es una innovación, ya que son escasos los profesionales dedicados a esta materia y pocos los recursos invertidos para su utilización. USA, Canadá, Reino Unido, Holanda entre otros, son países expertos en el tema que gracias a sus avances tecnológicos cuentan con una diversidad de SIG sofisticados y especializados que en su mayoría son utilizados para investigaciones militares y secretas. Por esta razón la mayor parte de la información proviene en lengua extranjera y es en algunos casos son de difícil acceso.

Comenzando a estudiar la problemática se debe retomar los conceptos básicos de un SIG de los diferentes autores ya que: “Desde sus inicios se consideró una herramienta interdisciplinaria. Esta situación hace que existan múltiples visiones al momento de brindarle una definición”¹⁷Buzai (2008).

“Un sistema de información geográfica es un conjunto de elementos ordenadamente relacionados entre sí de acuerdo a ciertas reglas. Sus principales componentes son: contenido, equipo básico, equipo lógico, administrador y usuarios”¹⁸, Lantada y Núñez (2004).

“Es un conjunto de programas equipamientos, metodologías, datos y personas (usuarios) perfectamente integrados, de manera que hace posible la recolección de datos, almacenamiento, procesamiento y análisis de datos georeferenciados, así como la producción de información derivada de su aplicación “Teixeira (1995).¹⁹

Un SIG es un sistema informático que permite la gestión y análisis de datos espaciales ligados a unos atributos descriptivos, que facilitan en conjunto la toma

¹⁷ Tomado de: “Sistema de información Geográfica (SIG), Métodos y técnicas para el trabajo el trabajo en el aula.

¹⁸ Tomado de: “Sistema de información Geográfica, Practicas con ArcView”

¹⁹ Tomado de: “Linguistics aspects of maps and Geographic information”

oportuna y eficiente de decisiones acertadas, debe incluir el conocimiento detallado de la calidad y confiabilidad de los datos (metadatos), incluye, además, la obtención y el manejo de datos espaciales; su procesamiento, almacenamiento, y mantenimiento; y su recuperación y análisis” Gómez (2005)²⁰.

Teniendo conocimiento de las múltiples definiciones de un sistema de información geográfica, es muy importante estudiar los diferentes softwares (programas y materiales intangibles) y hardwares (equipamiento y materiales tangibles) que posibilitan tener un alto porcentaje de éxito en la aplicación estrictamente técnica.

A través del tiempo se han venido perfeccionado diferentes sistemas que permiten el modelamiento del SIG. Con base en esto, se divide de acuerdo a su tratamiento. Uno de ellos es el RASTER entre los que se encuentra IDRISI, ILWIS, PCraster y SPRING. Por otro lado encontramos para tratamiento vectorial: ARCVIEW, ARGIS, ARCEXplorer, ARCEXplorer java Edition for Education y Arc/info entre muchos más. Podemos decir que el estudio de estos sistemas de información geográfica en la Universidad Pontificia Bolivariana es escasa ya que esta asignatura es optativa lo que hace que la mayoría de los alumnos no se interesen con el tema, ni indaguen sobre ello. Por este motivo vemos que no se encuentran tesis, ni trabajos de grado relacionados con los SIG.

Es importante decir que la construcción de un SIG es una tarea progresiva, laboriosa y continua. Su implementación en el campus universitario ayuda a estudiar la distribución y monitoreo de recursos, tanto naturales, estructurales como humanos, así como en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente.

“Actualmente, debido a la disminución en el costo de los Sistemas Informáticos por su proliferación, están materializándose importantes beneficios económicos en las empresas y entidades que implementan esta tecnología SIG. Entre estos

²⁰ Tomado de: Sistemas de Información geográfica

beneficios se destacan: realizar un gran número sobresaliente de manipulaciones, consultar rápidamente la base de datos (espacial y alfanumérica), realizar pruebas analíticas complejas y rápidas, minimización de costo de operación, ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas y por último comparar eficazmente los datos espaciales en el tiempo”²¹

Por último y para resumir lo estudiado y analizado anteriormente, el Sistema de Información Geográfica es de suma necesidad en la Universidad Pontificia Bolivariana ya que con este sistema le daremos a la universidad grandes ventajas de crecimiento y desarrollo.

3.2 ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El área de influencia del proyecto comprende el campus de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, con sus respectivas edificaciones, redes, luminarias, zonas peatonales, viales y de esparcimiento.

Se entiende que, el campus hace referencia a la seccional de la Universidad Pontificia Bolivariana ubicada en el kilómetro 7 vía Piedecuesta en el municipio de Floridablanca, dedicada a la formación académica de estudiantes de pregrado y posgrado.

3.3 METODOLOGÍA

Para empezar a hablar de la metodología que empleamos para la creación del SIG UPB, en primer lugar se partió por definir el proyecto donde elegimos un modelo de datos y una estructura. En segundo lugar se hace la recolección de información gráfica como planos. Seguidamente se digitaliza y se comienza a recolectar la información alfanumérica que será la que alimentará las bases de datos. Continuando, se procede al montaje y puesta en marcha del SIG-UPB.

²¹ Tomado de la página Web: en mayo de 2009
<http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>

3.3.1 Definición del proyecto

El SIG-UPB se define a partir del modelo de datos vectorial el cual se clasifica en elementos geométricos tales como polígonos, líneas y puntos. Dichos elementos van de acuerdo a la composición y distribución de la información espacial. Para esto es necesario inventariar todo lo que se va a relacionar en el SIG del campus de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

La topología de polígonos se organizó en las siguientes partes.

- Edificios A,B,C,D,E,F,G,H,I,J.
- Predio
- Zona deportiva
- Zona de esparcimiento
- Zona vial
- Parqueadero

La topología de puntos fue cargada para inventariar

- Los edificios de la universidad
- Los baños
- Gabinetes contra incendio.

La topología de las redes se usó para

- Red sanitaria,
- Red hidráulica,
- Red eléctrica, fibra óptica, comunicación y luminarias.

3.3.2 Recolección de información gráfica

El presente proyecto es diseñado gracias a la colaboración del Departamento de planeación y servicios generales de la Universidad quienes facilitaron los planos que se usaron para el desarrollo del proyecto SIG-UPB.

Antes de inventariar cada uno de los planos recolectados, se necesita saber cómo fue construida la Universidad. Por este motivo se debe retomar la reseña histórica de la Universidad el cual cuenta el crecimiento urbanístico desde el año 1997 hasta nuestros días.

La universidad fue diseñada en 5 etapas representada en un área del orden de 35.000 m². Las cuales están totalmente terminadas la primera y segunda etapa.

En el año de 1997 se elaboran los diseños arquitectónicos de la primera etapa, se inició su construcción y se dio al servicio de la comunidad universitaria en 1999. Esta etapa está conformada por cuatro edificios con un área construida de aproximadamente 7.350 m². Allí se ubican los edificios A, B, C y D.

En el año 2001 se dio inicio a la construcción de la segunda etapa conformada por los edificios E, F, G, H e I.

Por último en la tercera etapa sobresale el edificio J, ubicado a la entrada de la Universidad. Este bloque fue construido en el 2007 y allí se albergan aulas de clase, oficinas, la nueva biblioteca y un auditorio menor con capacidad para 155 personas.

Tabla 1 Inventario de planos

NOMBRE	CONTIENE	ETAPA	FASE
/Comunicaciones_U.P.B_I_Etapa/	DISEÑO ELECTRICO RED DE COMUNICACIONES	1	1
/elec_y_Comu._Fase_3/	REDES ELECTRICAS EXTERIORES	2	3
/Elec_y_Comu,_Fase_1/	DISEÑO ELÉCTRICO RED DE MEDIA TENSION	1	1
/Electrico_fase_II/	RED ELECTRICA CAMPUS	2	2
/electricos_fase_I/	DISEÑO ELECTRICO RED DE COMUNICACIONES	1	1
/gasincendio_fase_I/	PLANTA GENERAL RED INCENDIO Y GAS	1	1
/Hidraulico_I_Etapa/	PLANTA GENERAL HIDRAULICA	1	1
/Red_contraincendio_U.P.B_II_Fase/	LOCALIZACION GENRAL EDIFICIOS E,F,G,H	2	2
/HIDRAULICO_FASE_3/	DISEÑO HIDRAULICO E INCENDIOS EDIFICIO I	2	3
/Plano_General_U.P.B_para docentes/	PLANTA GENERAL	-	-
/Sanitaria_Fase_II/	ALCANTARILLADO SANITARIO	2	2
/Sanitario_fase_3/	DISEÑO SANITARIO EDIFICIO I	2	3

La anterior **tabla 1**. representa el nombre, contenido y etapa de cada uno de los planos obtenidos en la recolección de información gráfica.

En esta tabla podemos observar que las redes eléctricas están unidas con la red de comunicación por este motivo la red luminaria, la red de fibra óptica y la red eléctrica se trabajaron como un todo. Por otra parte, respecto al estado en que se encuentra la red, en el proyecto SIG-UPB se digitó hasta la fase 3 etapa dos. Por otra parte, para la red sanitaria se trabajó solo la etapa 2 fase 2. Para la red de acueducto (hidráulico) se trabajaron la primeras dos etapa.

La toma de la información grafica fue un proceso muy demorado ya que los planos de la universidad están divididos por fases y solo hay una persona con acceso a esta. También debido al calendario estipulado para presentar el proyecto se tomó la decisión de trabajar con la información grafica que en ese momento se tenía. (Véase, tabla1)

En esta actividad de recolección de información grafica también hace referencia a la toma de fotos en todo el campus universitario el cual se hizo simultáneamente cuando se tomó la información alfanumérica.

3.3.3 Digitalización

El proceso de digitalización fue desarrollado simultáneamente con el proceso de recolección de la información gráfica, ya que a medida que se entregan los planos se trabajan sobre ellos.

La herramienta principal para el proceso de digitalización fue con el programa AUTOCAD, toda la información obtenida, se recolectó en medio magnético, siendo una ventaja para la extracción y selección de datos.

El procedimiento que se utilizó se divide en tres grandes partes, la digitalización para polígono, la digitalización para redes, y el montaje de puntos.

3.3.3.1 Digitalización para polígonos

La primera parte consiste en separar en polígonos el plano de “la planta general U.P.B” en las siguientes zonas:

- **Urbanismo:** corresponde aquellas construcciones para fines de esparcimiento o construcciones necesario para brindar algún servicio como planta de tratamiento, tanque, portería, cafeterías.
- **Zona de deportes:** corresponde a las canchas existentes de la universidad
- **Edificios:** compromete 10 edificios los cuales son: A,B,C,D,E,F,G,H,I,J

- **Parqueadero:** Corresponde a los dos parqueaderos descubiertos que contamos hoy en día en la universidad.
- **Predio:** corresponde al área legal de la cual la Universidad es propietaria.

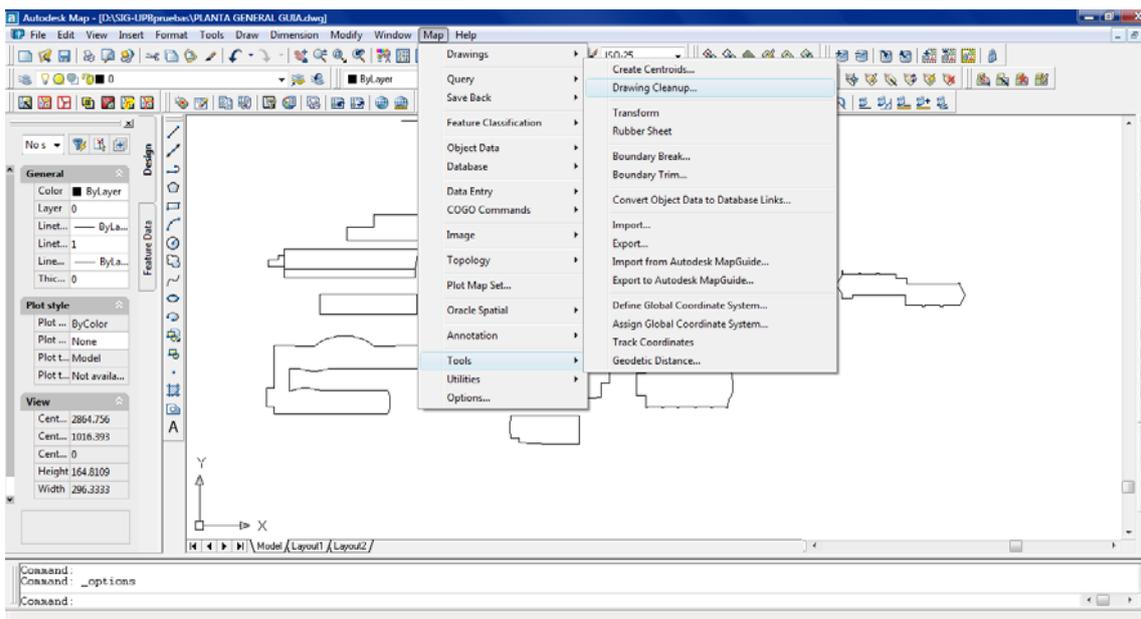
En esta primera parte, una vez separadas y diferenciadas por capas cada zonas, se verifica que cada uno sea un polígono perfectamente cerrado.

También se debe chequear los posibles errores como objetos duplicados, cortes en intersecciones, elementos cortos, extensión en elementos insuficientes y unión de nodos cercanos. (Véase numeral 2.1.3).

Una vez hecho la primera limpieza teórica, seguimos una segunda limpieza con ayuda del programa Autodesk MAP de la siguiente manera:

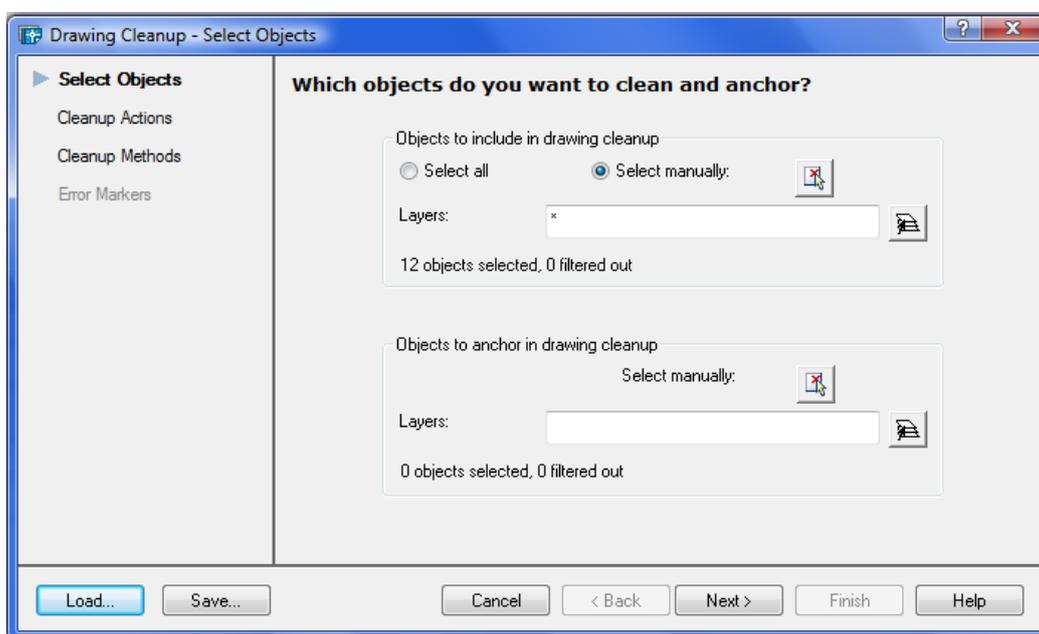
Map/tolos/Drawing cleanup , en este caso se hará el procedimiento de limpieza a los polígonos de edificios. Como se muestra en la figura 10.

Figura 10 Paso 1, Limpieza



Una vez hecho el primer paso, se abre a continuación una ventana que pregunta: “¿Cuales objetos quieres limpiar?”, seguido nos dice que objetos incluimos en la limpieza. En este momento seleccionamos manualmente los polígonos que queremos limpiar con el botón señalado por el ovaló o de otra manera podemos señalar la capa que queremos limpiar. Una vez seleccionados los objetos pulsamos **Enter** y volvemos de nuevo en la ventana que observamos en la figura11.

Figura 11 Paso 2, Limpieza



Luego hacemos clic en **Next** y continuamos en la opción **Cleanup Actions**, allí encontramos los posibles errores ya antes mencionados. Damos add a la acción **Extend Undershoot** y si queremos agregamos más según sea la necesidad. Con figura 12 podemos observar lo dicho anteriormente y seguimos con la figura 13 y figura 14 hasta terminar la limpieza.

Figura 12 Paso 3, Limpieza

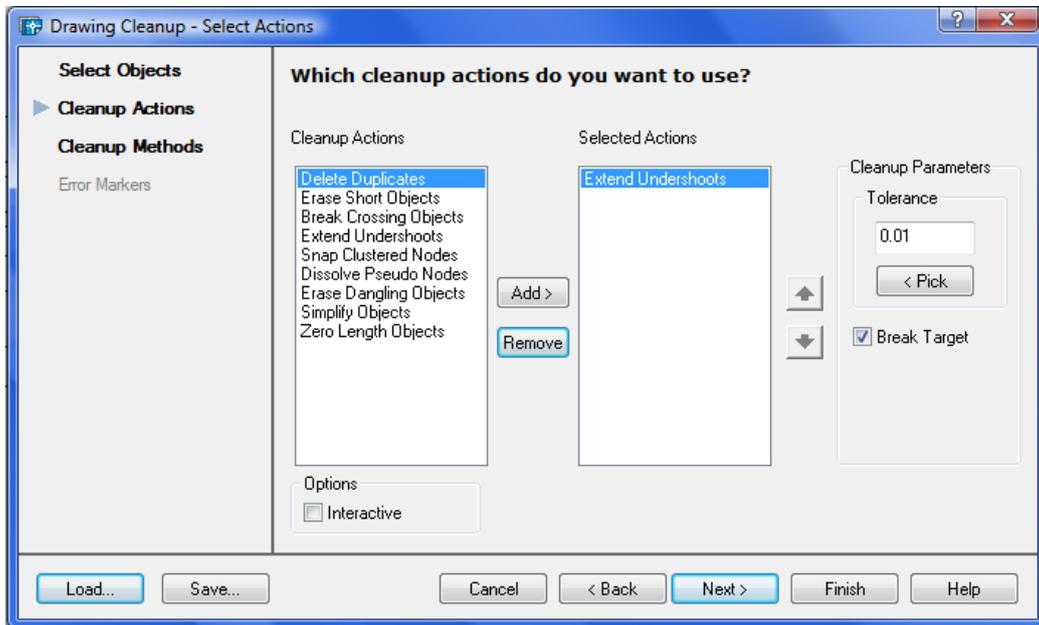
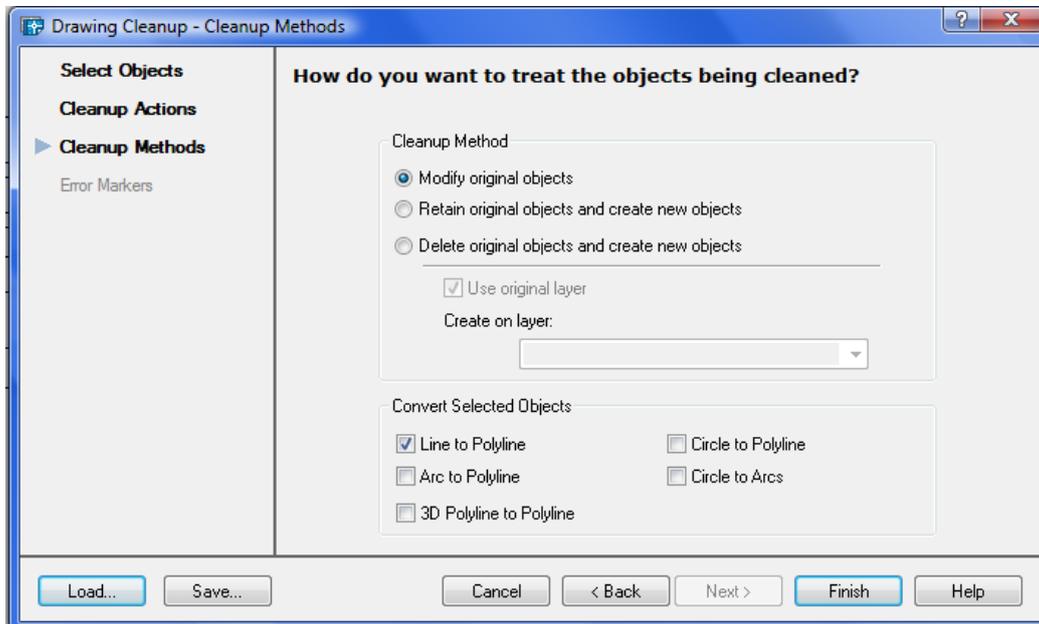


Figura 13 Paso 4, Limpieza

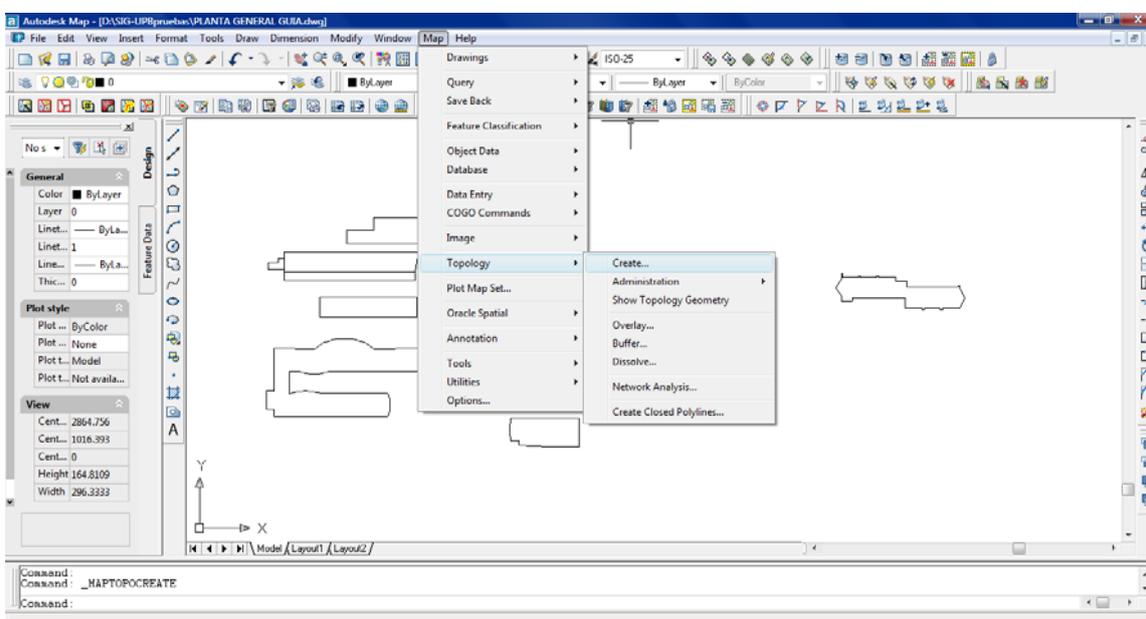


Terminado el procedimiento de limpieza, continuamos con la creación de la topología de polígonos

3.3.3.1.1 Creación Topología de polígonos

Continuando desde el programa Autodesk MAP seguimos las siguientes opciones: **Map/Topology/create...** , como se muestra en la figura 14

Figura 14 Creación de Topología



En la ventana que se muestran a continuación en la figura 15, figura 16 y figura 17, observamos todos los procedimientos.

Agregamos el nombre "EDIFICIOS"; en las opciones **select links** y en **select centroids** seleccionamos la capa o seleccionamos manualmente para luego finalizar el procedimiento dando clic en **finish**.

Nota. Si aun se encuentra alguna clase de error, no se hará la topología, en cambio se mostrará una figura mostrando el error en el punto a corregir. Véase figura 19.

Figura 15 Topología de Polígono

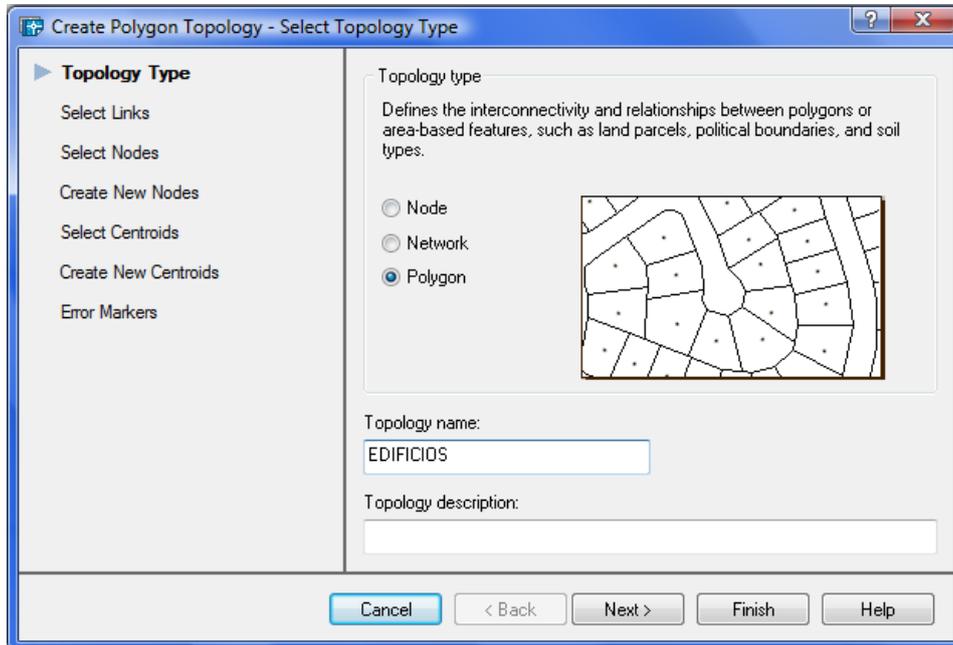


Figura 16 Topología de Polígonos- selección

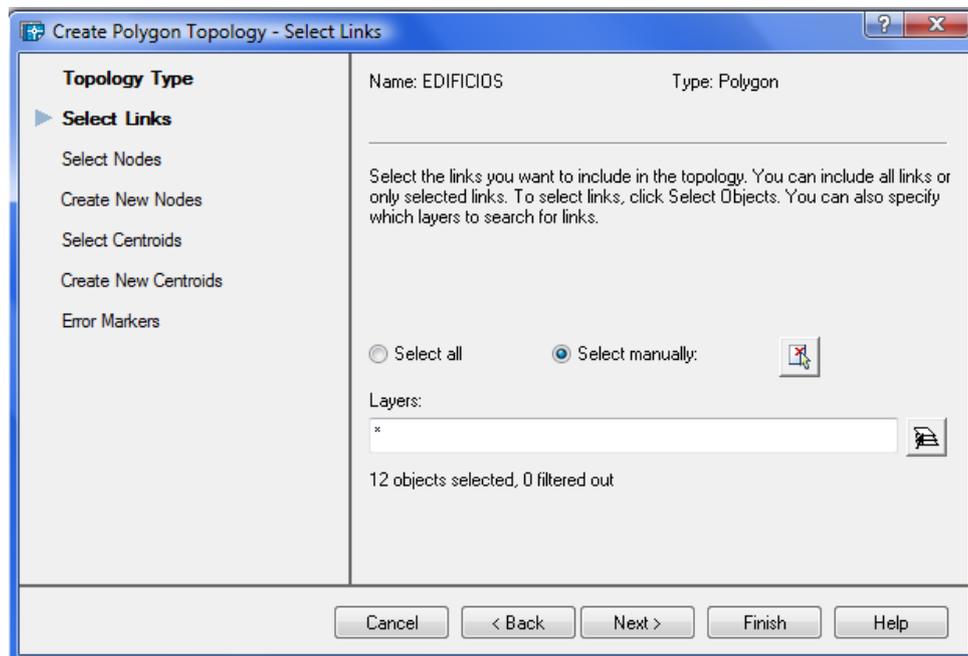
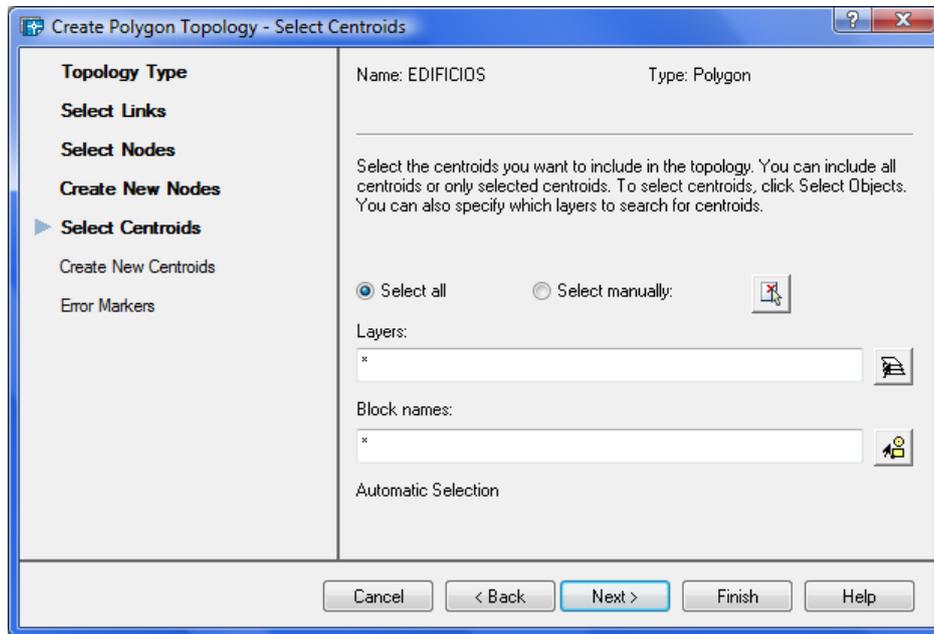
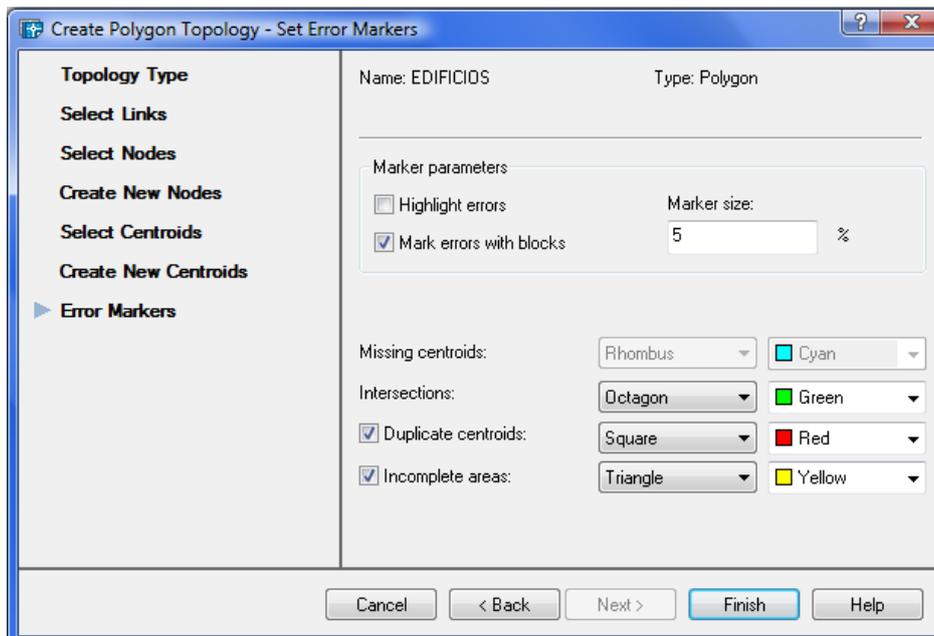


Figura 17 Topología de Polígono- Seleccionar centroides



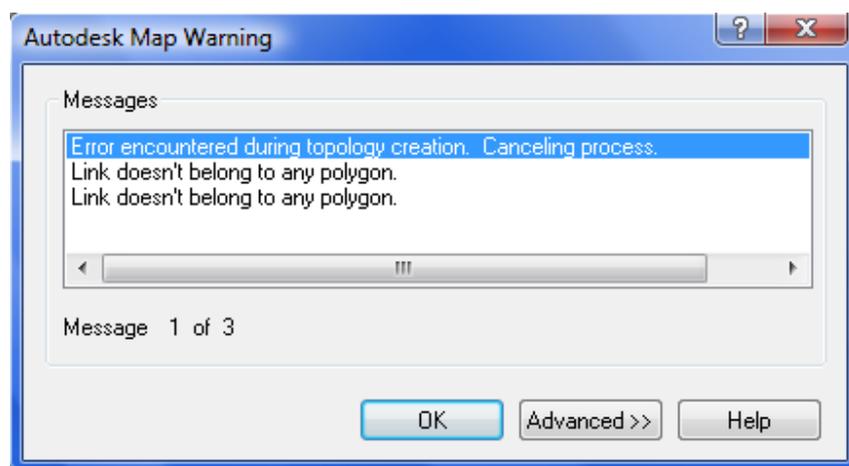
En la opción **Error Markers**, se puede observar en la figura 18 los diferentes errores que podrán salir en caso de que aun no se hayan corregido.

Figura 18 Errores de Polígono



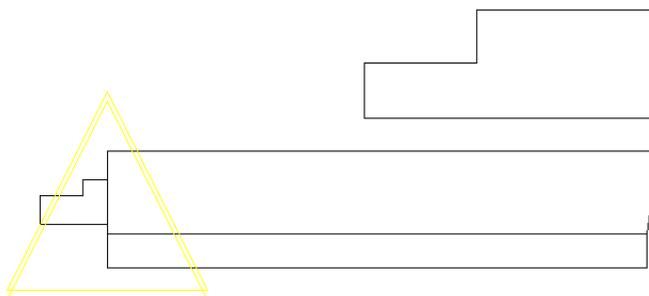
Por ejemplo, en la figura 19, nos muestra un mensaje donde nos dice los errores que se encontraron y que el proceso fue cancelado.

Figura 19 Alerta de error



Una vez terminado el procedimiento anterior, se muestra en la figura 20 el resultado por el cual no se hizo la topología. Vemos el lugar del error y dependiendo de la figura sabemos su causa.

Figura 20 Ejemplo Polígono EDIFICIOS.



Como observamos en la figura 20 vemos que es un triángulo de color amarillo, Analizando a partir de la figura 18, obtenemos que es un error por áreas incompletas, esto quiere decir que hay tres polígonos compartidos en un mismo punto.

En una mejor representación en la figura 21, vemos los tres polígonos que corresponde al edificio B y los dos puntos que interfecta. En este caso, para corregir el error simplemente se toma los tres polígonos en uno solo como se ve en la figura 22.

Figura 21 Ejemplo Polígono EDIFICIOS

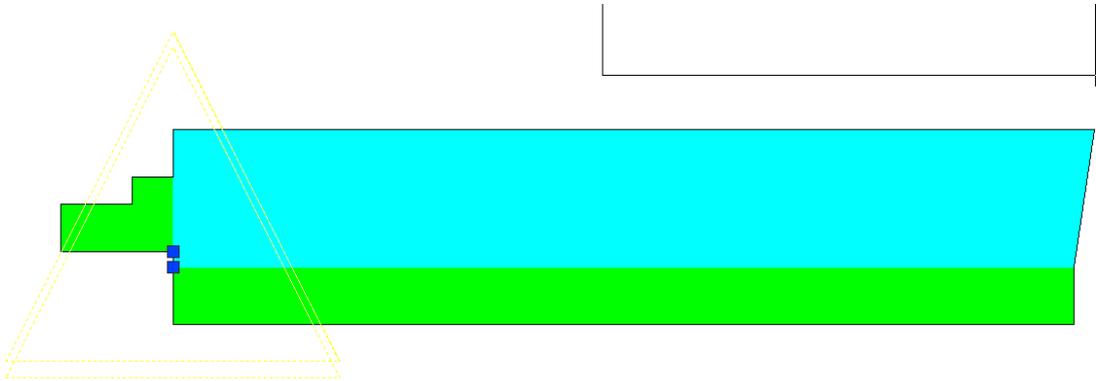
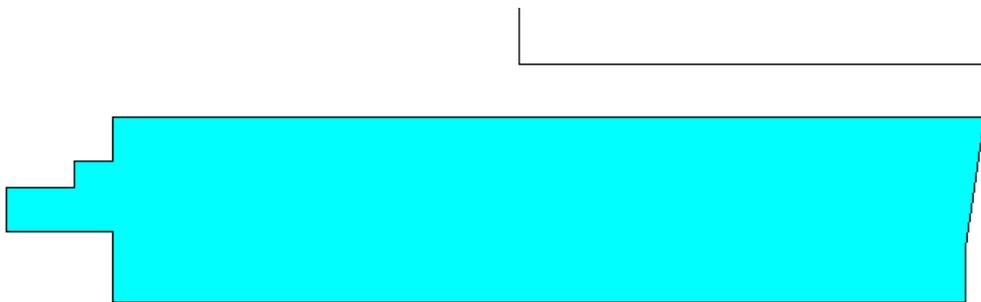
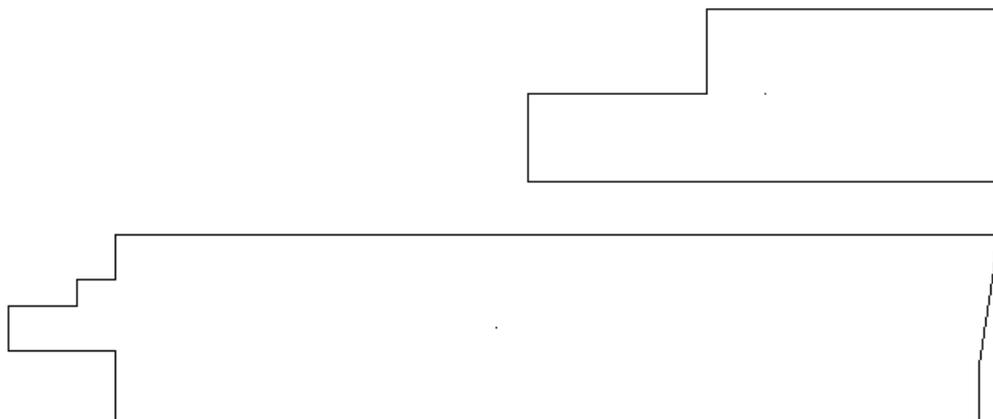


Figura 22 Ejemplo polígono EDIFICIOS



Al corregir las inconsistencias volvemos a hacer todo el procedimiento para la topología y una vez terminada deben aparecer cada polígono con su respectivo centroide como podemos ver en la figura 21.

Figura 23 Resultado Topología de Polígonos

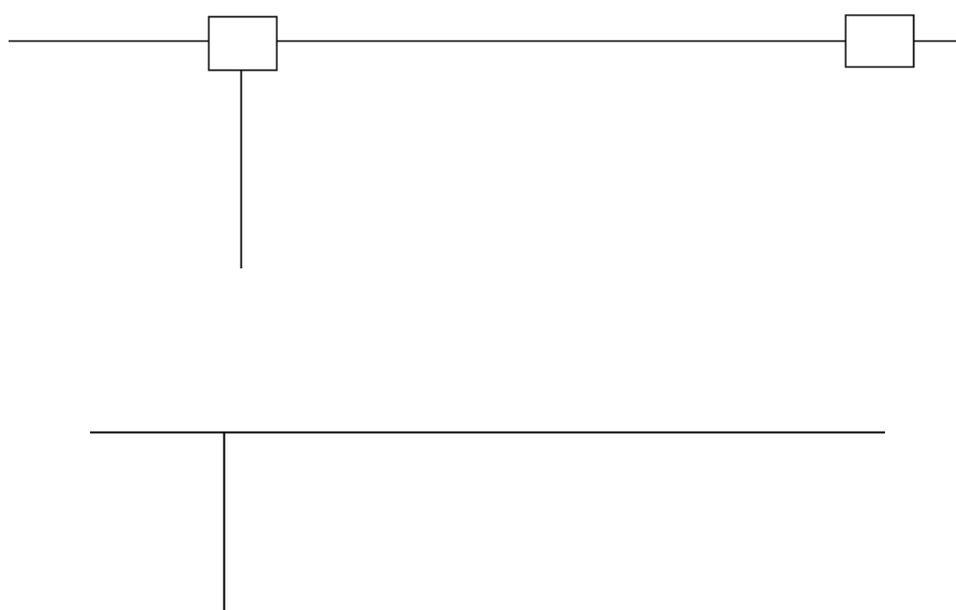


3.3.3.2 Digitalización para redes

El procedimiento que se tuvo para las redes fue el siguiente; Primero es importante conocer la red y cómo va a estar montado en el SIG-UPB, en el caso de la red sanitaria se debe tener en cuenta la dirección del flujo (inicio y fin) ya que este está dado por la gravedad; Seguidamente, se debe extraer la información de los planos, sí es necesario se dibuja de nuevo toda la red, en el sentido que se quiere.

La red debe estar conectada por líneas, una seguida de la otra. Como se muestra en la figura 24

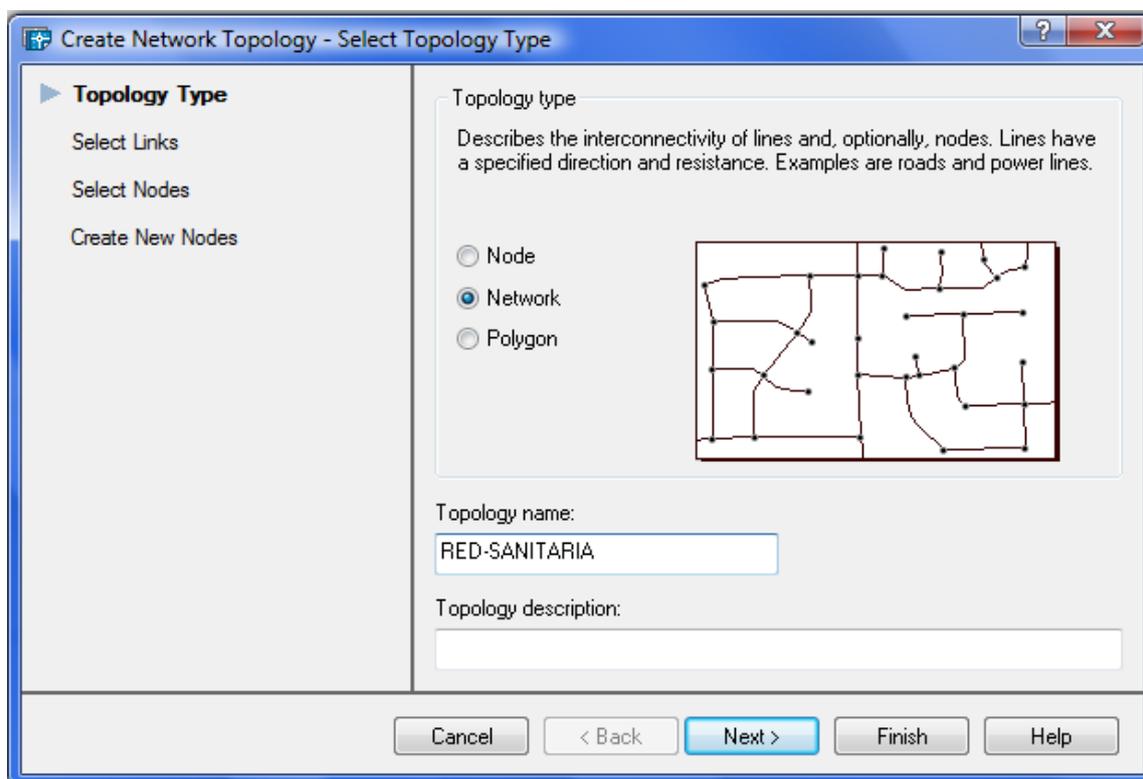
Figura 24 Ejemplo de red



3.3.3.2.1 Creación Topología de red

La topología de redes se hace con el mismo procedimiento que con la topología de polígonos. Se diferencia que en **Topology type** se define como **Network**. Ver figura 25

Figura 25 Topología red



Se continúa el mismo procedimiento anterior. (Leer numeral 3.3.3.1.1).

Una vez creada la topología, desde **Autodesk Map** podemos observar en la tabla de propiedades la topología de red donde cada línea tiene sus atributos.

3.3.4 BASE DE DATOS

Cuando se habla de un sistema de información geográfica, uno de los principales campos de acción es mediante las llamadas base de datos, aquellas que garantizan el funcionamiento analítico dentro del SIG.

Para crear la base de datos se debe hacer un modelo lógico, aquel que describe cada atributo con su información correspondiente. Las siguientes tablas muestran los modelos lógicos correspondiente a la **topología de polígono**.

Tabla 2 Modelo lógico - Predio

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
NOMBRE	texto (7)	predio
ÁREA	valor real	sale del shape
DIRECCIÓN	texto (40)	km 7 vía Piedecuesta Floridablanca/ Santander
IMAGEN	texto (40)	C:\SIG- UPB\POLIGONOS\FOTOS\PREDIO.bmp

Tabla 3 Modelo lógico - Canchas

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, numero de 1 a 3 cifras
NOMBRE	texto (7)	múltiple
ÁREA	número real	sale del shape
DEPORTES	texto (40)	futbol/baloncesto
ESTADO	texto (10)	bueno , malo o regular
MATERIA	texto (19)	cemento o tierra
IMAGEN	texto (40)	cemento o tierra

Tabla 4 Modelo lógico - Parqueadero

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
NOMBRE	texto (40)	Estudiantes
AREA	número real	sale del shape
ESTADO	texto (30)	bueno/regular/malo
CAPACIDAD	número entero (3)	100
DESCRIPCIO	texto (30)	motos/ carros
MATERIAL	texto (10)	pavimento o arena
SEGURIDAD	Lógico	si o no
IMAGEN	texto (40)	C:\SIGUPB\POLIGONOS\FOTOS\CANCHAMULTIPLE1.bmp

Tabla 5 Modelo lógico - Vía

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
NOMBRE	texto (20)	vía principal
MATERIAL	texto (10)	pavimento/ concreto
ESTADO	texto (10)	bueno, malo regular
IMAGEN	texto (40)	C:\SIG-UPB\POLIGONOS\FOTOS\VIA.bmp

Tabla 6 Modelo lógico - Edificios

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	numero (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
NOMBRE	texto (7)	A/B/C/D/E/F/G
DESCRPCIÓN	texto (40)	laboratorio/salones/oficinas
NIVELES	número (2)	1/2/3/4/5/6/7
AREA_LOTE	número real	sale del shape
AÑO_CONST	numero (4)	número de 4 cifras
CONSTRUCTO	texto (7)	OTAC
ESTADO	texto (10)	bueno/regular /malo
PROCT_INC	lógico	si o no
PLAN_EVA	lógico	si o no
SEGURIDAD	lógico	si o no
IMAGEN	texto (40)	C:\SIG-UPB\POLIGONOS\FOTOS\EDIFICIOB.bmp

Tabla 7 Modelo lógico - Urbanismo

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
NOMBRE	texto (20)	
AREA	número real	sale del shape
DESCRIPCIO	texto (20)	esparcimiento, planta, tanque, baños, portería
CUBIERTA	texto(2)	si o no
IMAGEN	texto (40)	C:\SIG- UPB\POLIGONOS\FOTOS\ENTRADA.bmp

A continuación el modelo lógico de la **topología de puntos** como: edificios, contra incendios y baños.

Tabla 8 Modelo lógico - Edificios

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
EDIFICIO	texto (10)	A
PISO	texto (10)	1
SALON	texto (10)	101
DESCRIPCION	texto (30)	laboratorio
NOMBRE LUGAR	texto (30)	laboratorio de química
PERSONAL	texto (30)	Aldemar remolina
CARGO	texto (30)	director ingeniería civil
EXT	número entero (3)	247
CAPACIDAD	número entero (3)	80
COMPU	número entero (2)	10
AIRE	número entero (2)	1
VENTILADOR	número entero (2)	2
ATRIL	número entero (2)	1
TABLERO	número entero (2)	4
ESCRITORIO	número entero (2)	1
ARCHIVADOR	número entero (2)	1
BIBLIOTECA	número entero (2)	1
IMPRESORA	número entero (2)	2
IMAGEN	texto (40)	C:\SIG- UPB\POLIGONOS\FOTOS\ENTRADA.bmp

Tabla 9 Modelo lógico – Baños

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
EDIFICIO	texto (10)	A
PISO	texto (10)	1
DESCRIPCION	texto (30)	baño
NOMBRE	texto (30)	mujeres/hombres
MINUSVALID	número entero (2)	1
CAPACIDAD	número entero (2)	4
AREA	número entero (3)	1
DUCHA	número entero (2)	1
VESTIER	número entero (2)	2

Tabla 10 Modelo lógico – Contra incendios

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
EDIFICIO	texto (10)	A
PISO	texto (10)	1
PROTECCION	lógico	si o no
EXTINTOR	número entero (2)	1
MANGUERA	número entero (2)	1
HACHA	número entero (2)	4
ACTUALIZACION	texto (20)	jun-09

Seguidamente las tablas del modelo lógico para la **topología de redes**:

Tabla 11 Modelo lógico – Red eléctrica

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
LENGTH	número real	sale del shape
LONGITUD (m)	número	20,1
START_NODE	número entero (4)	20
END_NODE	número entero (4)	30
NOMBRE	texto (20)	red eléctrica y comunicación/ red eléctrica luminaria
START_NAME	texto (20)	caja de tiro/luminaria/caja de red
DESCRIPCION	texto (20)	A+B/A/2D+H/B
END_NAME	texto (20)	caja de tiro/luminaria/caja de red

Tabla 12 Modelo lógico – Red sanitaria

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
LENGTH	número real	sale del shape
LONGITUD (m)	número	20,1
START_NODE	número entero (4)	20
END_NODE	número entero (4)	30
PENDIENTE	número	1,2
NOMBRE	texto (20)	red de aguas negras
DIAMETRO_P	número	8

Tabla 13 Modelo lógico – Red hidráulica

NOMBRE CAMPO	VALOR	DESCRIPCIÓN
ID	número (3)	identificador, número de 1 a 3 cifras
LENGTH	número real	sale del shape
LONGITUD (m)	número	20,1
START_NODE	número entero (4)	20
END_NODE	número entero (4)	30
NOMBRE	texto (20)	red conexión hidráulica/transición cuarto de bombas
MATERIAL	texto (20)	pvc
N_VALVULA	número entero (2)	55
DIAMETRO_P	número	3,44

3.3.5 Montaje SIG-UPB

Para comenzar a hablar del montaje SIG-UPB se utiliza el software ARCVIEW, el cual se usa en sistemas de información geográfica. Permite visualizar, explorar y consultar datos geográficos, implementando el manejo de la información espacial y alfanumérica en una forma fácil y sencilla para los usuarios.

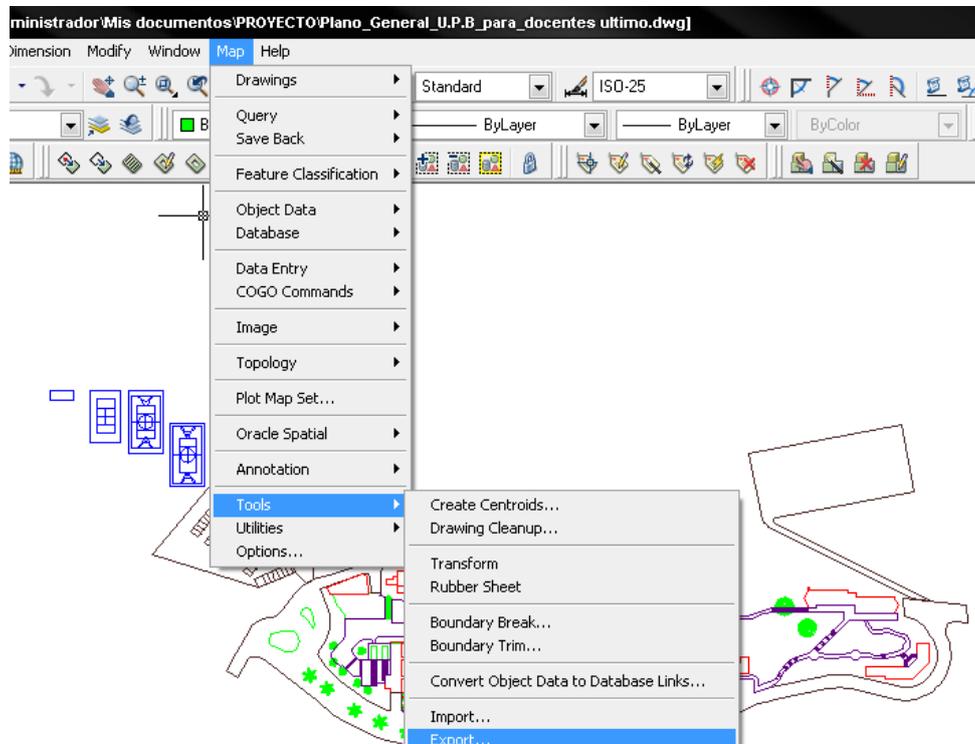
Los archivos que maneja la aplicación ARCVIEW son los *.shp los cuales están “diseñados especialmente para este software ya que manejan un concepto que se puede llamar archivos encadenados poco usados en las aplicaciones Windows. Esto significa que los archivos *.shp nunca se encuentran solos y siempre están acompañados por lo menos de dos archivos más con el mismo nombre pero de diferente tipo, por lo que siempre se habla de tres archivos; es decir, si tenemos el archivo sig-upb.shp para poder desplegarlo en la aplicación es necesario que en la misma carpeta se encuentren los archivos sig-upb.dbf y sig-upb.shx. Cada uno de estos tres archivos maneja una función específica, así: los *.shp son los encargados de la forma que tiene la información gráfica que se le adiciona a cada proyecto, los *.dbf son los encargados de proveer la información alfanumérica por medio de tablas y los *.shx son los archivos de comunicación necesarios para que los dos anteriores interactúen de manera satisfactoria.”²²Gómez (2007).

3.3.5.1 Exportar shape

Para cargar los archivos *.shp se deben exportar desde Autodesk MAP de la siguiente manera: **Map, Tools y Export**. Como muestra la figura.26.

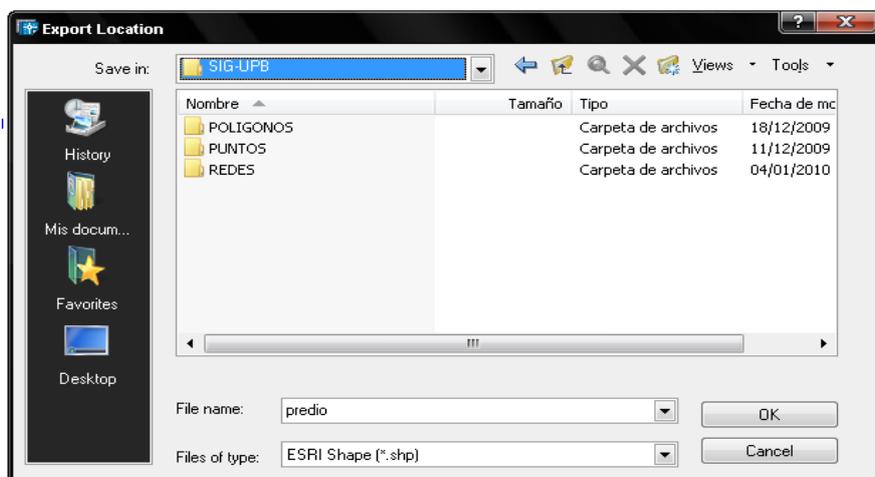
²² Tomado de Arcview GIS Curso Básico, Gómez, Bucaramanga 2007.

Figura 26 Exportar Shape (*.shp)



En la ventana **Export Location** se ubica el campo **File name** donde se pone el nombre del archivo, luego se busca la opción **File of type** y se selecciona **ESRI Shape (*.shp)** y se finaliza dando clic en **OK**. Como se muestra en la figura 27.

Figura 27 Exportar Shape (*.shp)



De esta manera se obtienen los tres tipos de archivos que maneja la aplicación ARCVIEW (*.shp, *.dbf y *.shx) Como muestra la figura.28

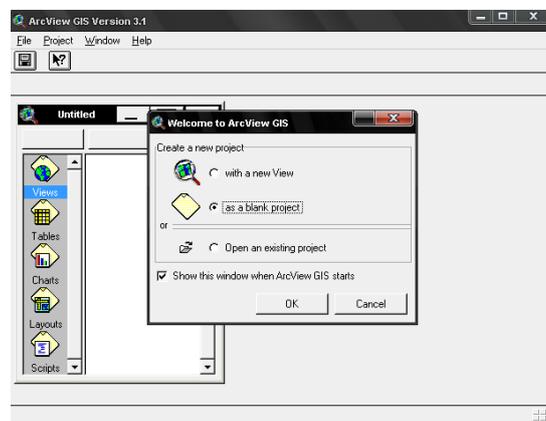
Figura 28 Resultado exportar Shape (*.shp)



3.3.5.2 Creación de un nuevo proyecto

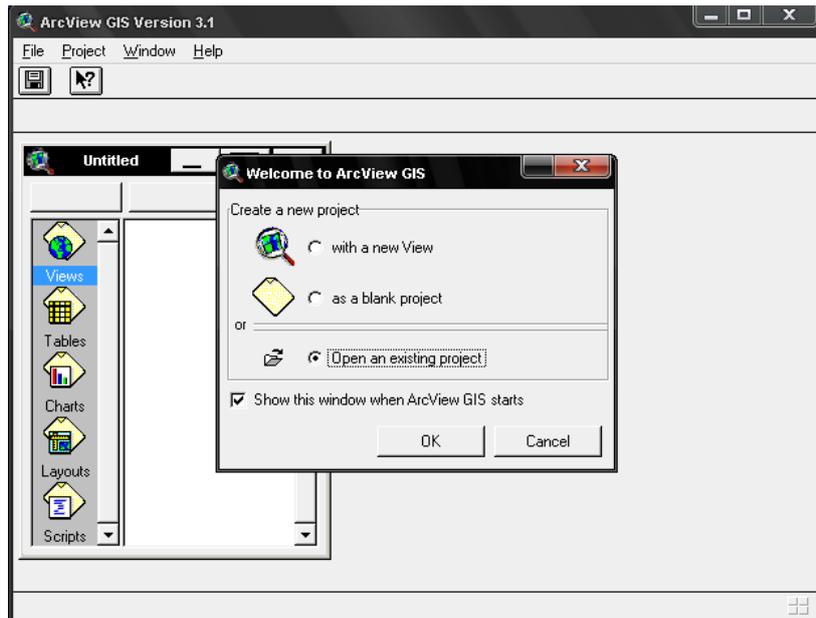
Para crear el proyecto SIG-UPB se procede a abrir el software ARCVIEW y se selecciona la opción intermedia que muestra la pantalla **as a blank Project** dando clic en **OK**. Como se muestra en la figura 29.

Figura 29 Creación de un nuevo proyecto



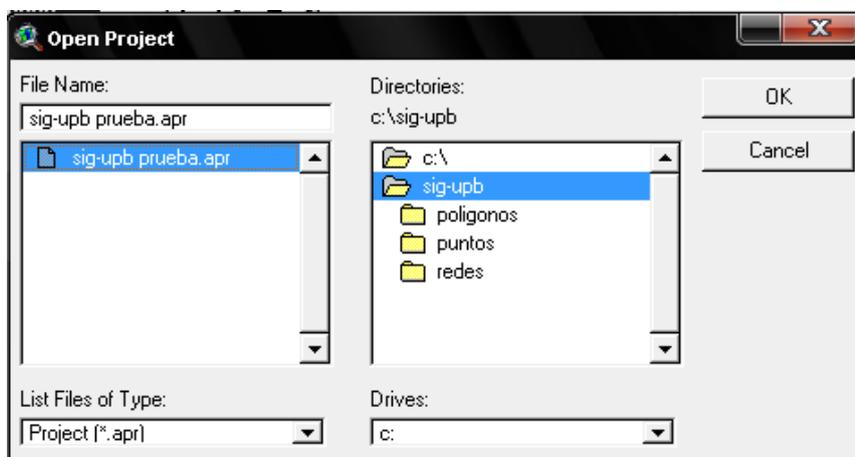
Para acceder al proyecto SIG-UPB y visualizarlo en su estado actual, se procede a abrir el software y se selecciona la última opción que muestra la pantalla **Open an existing project** dando clic en **ok**, como se muestra en la figura 30.

Figura 30 Abrir un proyecto existente



En la ventana open Project buscamos el drive **C:\sig-upb** y damos clic en **Sig-upb.apr** como muestra la figura 31.

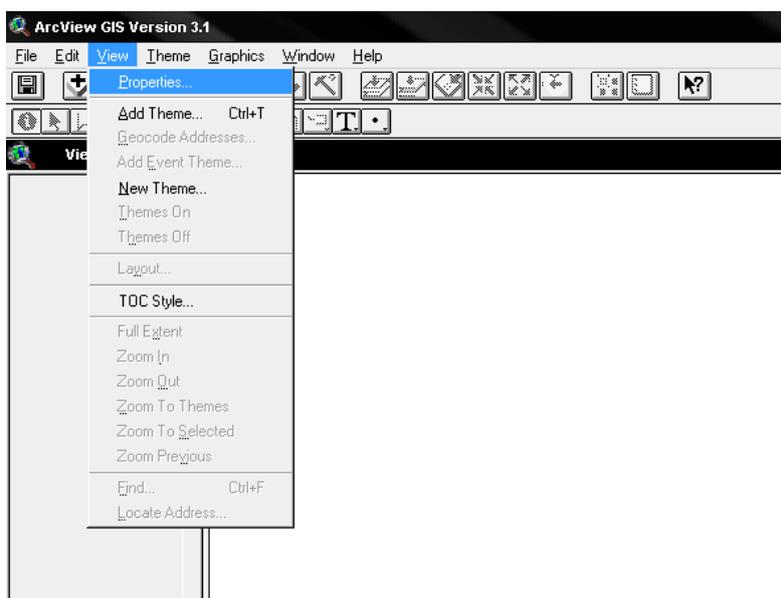
Figura 31 Open Project



Se crea un nuevo view (Doble clic en la ventana view que se encuentra en la ventana de proyecto o también clic en view-new).

Se define las propiedades del proyecto, Menú **view: properties**. Como muestra la figura 32.

Figura 32 Creación view

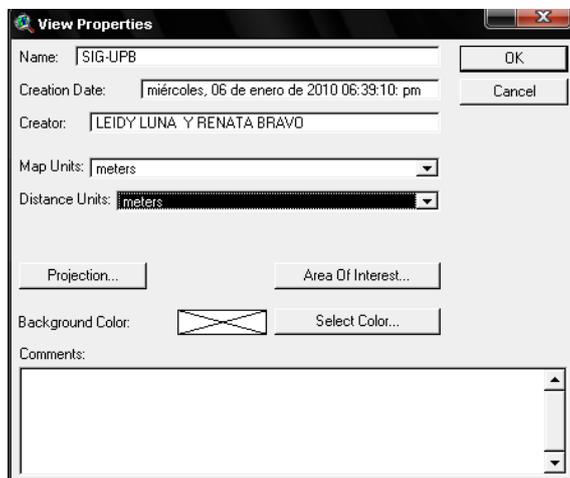


Se define las propiedades de proyecto

- **Name:** el nombre de la vista (SIG-UPB)
- **Create date:** fecha y hora de la creación del proyecto
- **Creator:** nombre de los creadores de la aplicación.
- **Map units:** unidades del proyecto (metros) igual para **distance units** (metros)
- **Background color:** color de fondo que se desea.
- **Comments:** escribir algún comentario si cree que es necesario

Como se muestra en la figura 33.

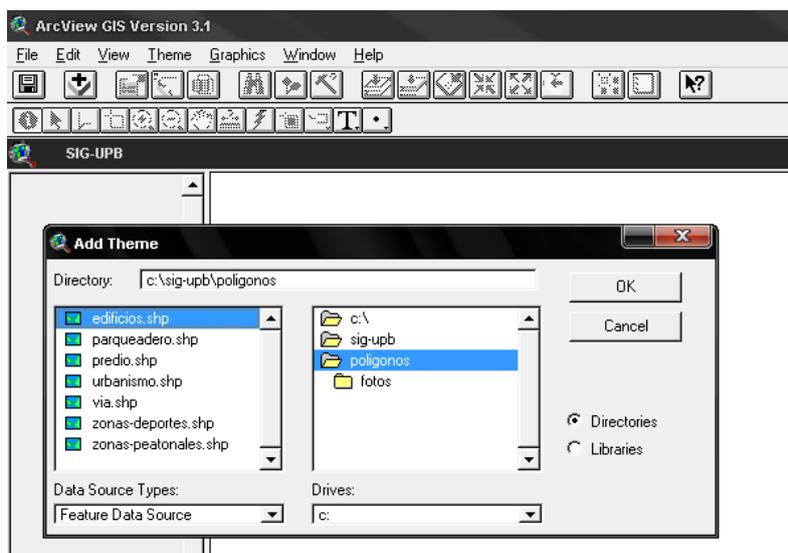
Figura 33 Propiedades del proyecto



Se agregan los temas tipo polígono (predio, edificios, vías, zonas deportes, parqueadero, urbanismo) y tipo red (eléctrica, hidráulica, sanitaria) que contiene el SIG-UPB de la siguiente manera: **view, add theme** (C:\SIG-UPB\POLIGONOS\EDIFICIOS.shp).

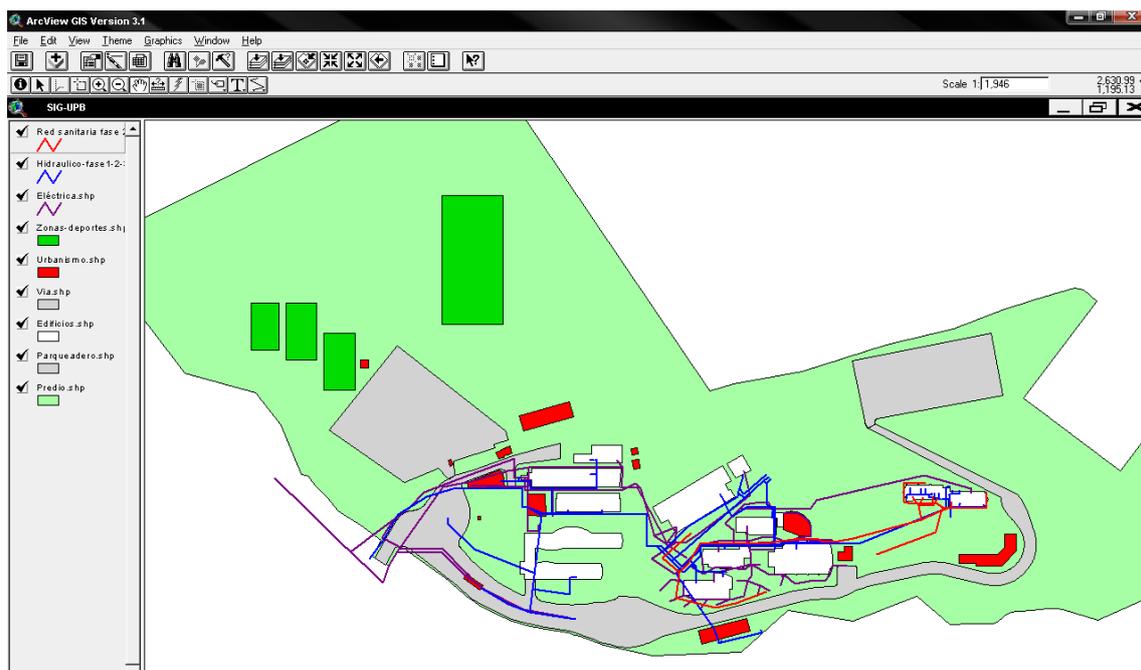
Se repite el procedimiento para cada uno de los temas que contiene el SIG-UPB. Como muestra la figura 32.

Figura 34 Agregar temas



Se enciende cada uno de los temas que fueron agregados y la aplicación nos mostrará la siguiente imagen del SIG-UPB.

Figura 35 Temas encendidos



3.3.5.3 Creación topología de puntos

Los temas tipo punto (protección contra incendios, baños, edificios) que contiene el SIG-UPB se crean directamente en ARCVIEW de la siguiente manera: se selecciona en el menú **view, new theme** en la ventana **feature type** se selecciona **point** y se guarda el tema en C:\SIG-UPB\PUNTOS\BAÑOS.shp. El tema queda editado y con la herramienta **Draw point** se ubica el punto.

En el menú **Windows, tile** se puede observar al mismo tiempo la vista y la tabla, y al crear el punto se va observando en la tabla un nuevo registro con sus respectivos datos. Como se muestra en las figuras.36 y 37.

Figura 36 Creación de puntos 1

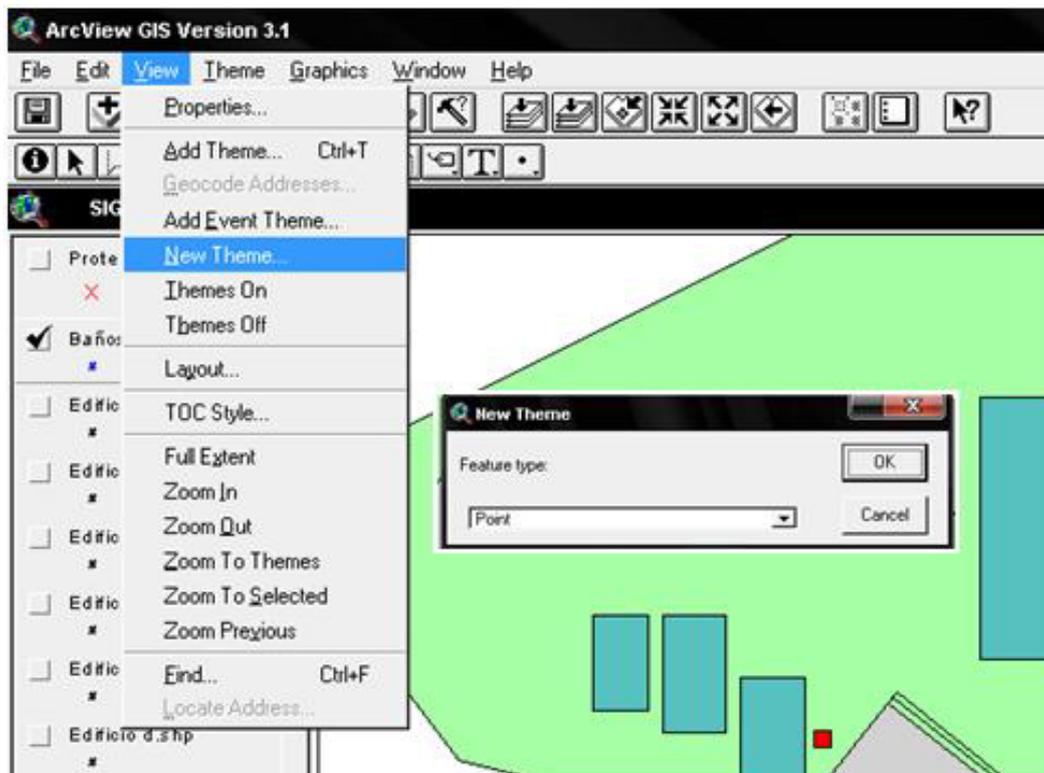
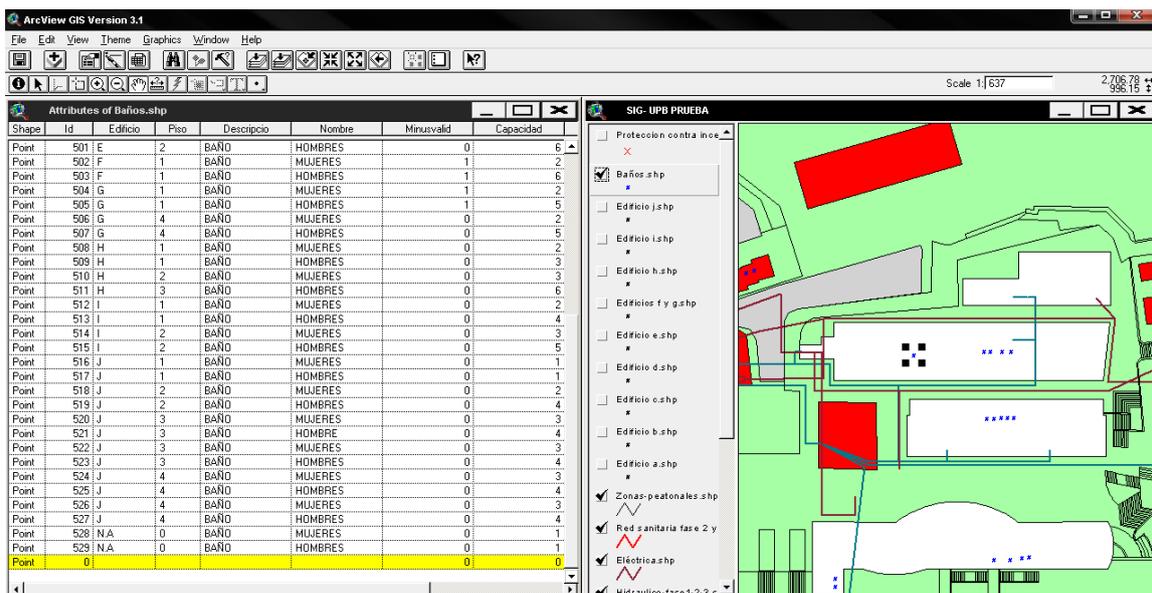


Figura 37 Creación de puntos 2



3.3.5.4 Manejo información alfanumérica

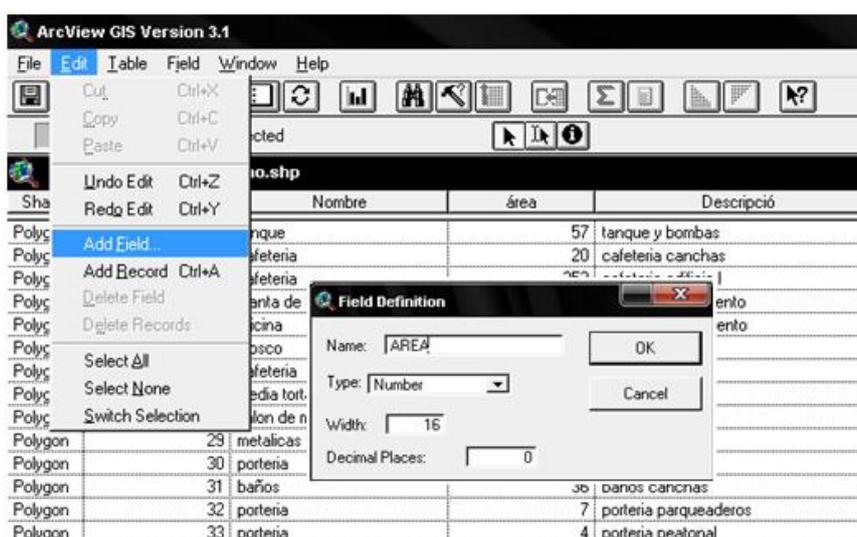
Para el manejo de la información alfanumérica del SIG UPB se procede de la siguiente manera: como ya se tiene cargados los diversos temas del proyecto se selecciona el que se necesita modificar en la barra de temas, y se selecciona la herramienta **open/theme/table**, la cual lo lleva a la tabla del respectivo tema, en el menú **table/start/editing** se da clic y se nota que los campos cambian de letra script a letra imprenta, esto significa que la tabla está en edición y se puede hacerle modificaciones utilizando la herramienta **edit** y picando en el campo correspondiente en la tabla.

Para adicionar una columna a la base de datos la tabla tiene que estar en **start editing** y se selecciona el menú **edit./add/field**, se define:

- **Name:** nombre de la columna.
- **Type:** define el tipo del campo sea **number/string** o **date**.
- **Width:** número de cifras.
- **Decimal place:** número de cifras decimales.

Como se muestra en la figura 38

Figura 38 Creación de nueva columna



3.3.5.5 Vinculación de imágenes

La vinculación de las fotos con el mapa se hace a través de la herramienta **Hot Link** la cual permite mostrar una imagen vinculada a un tema, para mostrar su funcionamiento se utilizara el tema edificios del SIG-UPB.

La imagen se vincula a través de una columna, la cual se agrega a la tabla del respectivo tema (recuerde que el campo debe ser tipo **string**, con longitud de más o menos 30 caracteres) se le da el nombre de imagen, y en el campo se incluye la dirección de donde se encuentra la imagen ejemplo:

C:\SIG-UPB\PUNTOS\FOTOS\A\A101.bmp.

NOTA: Es importante anotar que el software ARCVIEW solo reconoce imágenes en formato .bmp.

Para ver la imagen en la vista del tema se activa la herramienta **Hot Link** así: se enciende el tema, se va a menú, **theme, properties**. En la ventana buscamos el icono **Hot Link**. En **field** se busca *imagen*, en **acción predefinida**: *link to imagen file* y **OK**. En la barra de herramienta como muestra las figuras 39 y 40, se activa **Hot Link** (rayo) y se pica el punto para que muestre las imágenes.

Figura 39 Vinculación de imágenes al mapa

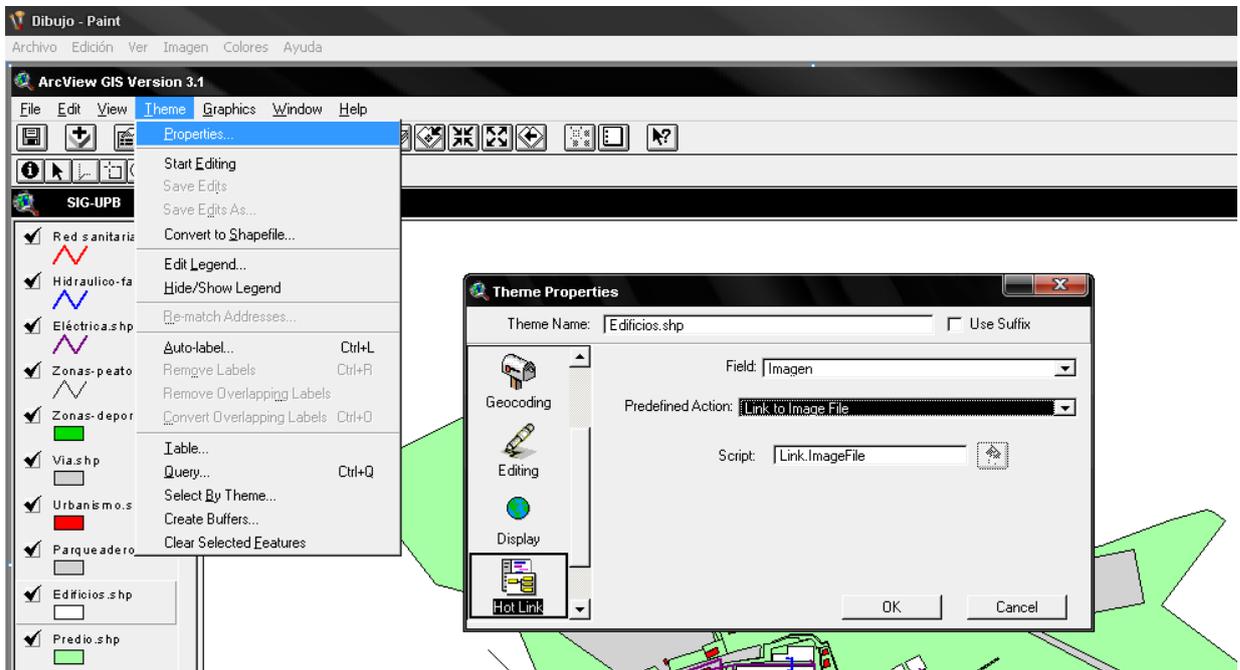
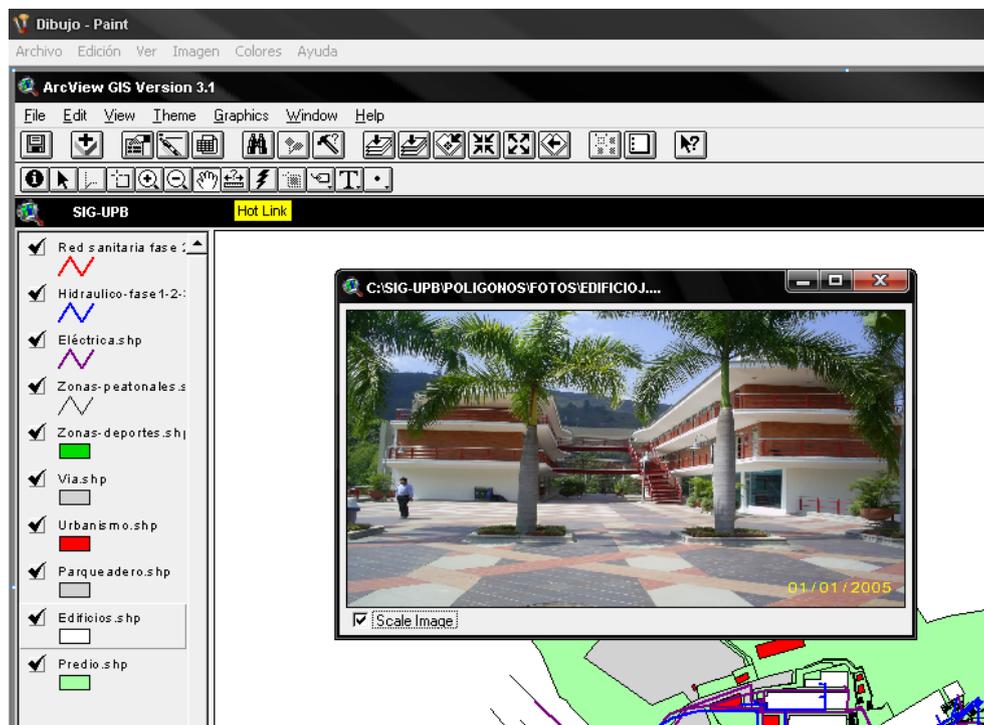


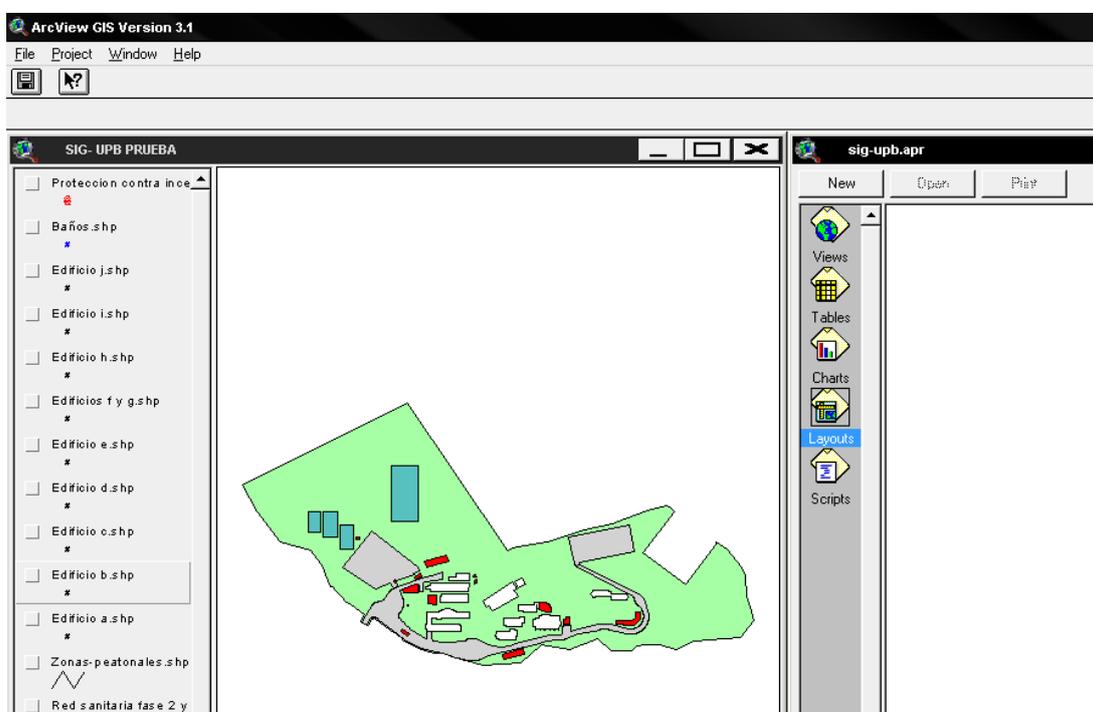
Figura 40 Vinculación de imágenes al mapa



3.3.5.6 Creación layout

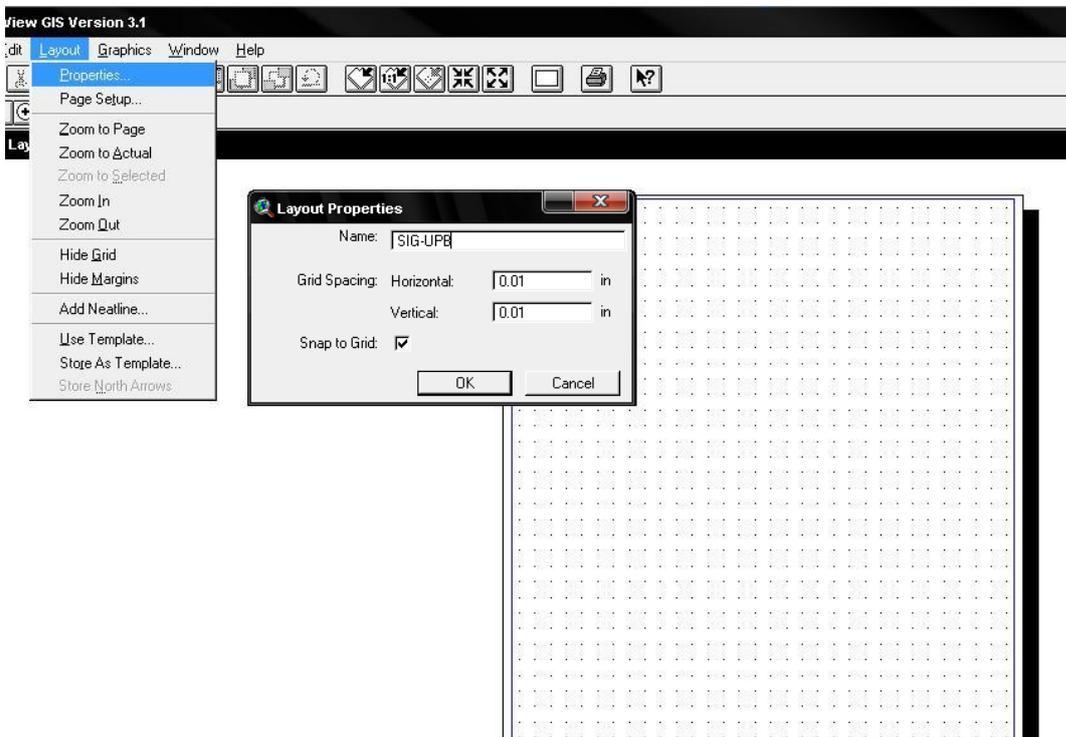
Para organizar la impresión de un mapa elaborado en ARCVIEW también llamado layout se procede de la siguiente manera, se ubica la ventana proyecto y se busca el objeto **layout** y se crea dándole clic en el botón **new** como muestra la figura

Figura 41 Nuevo layout



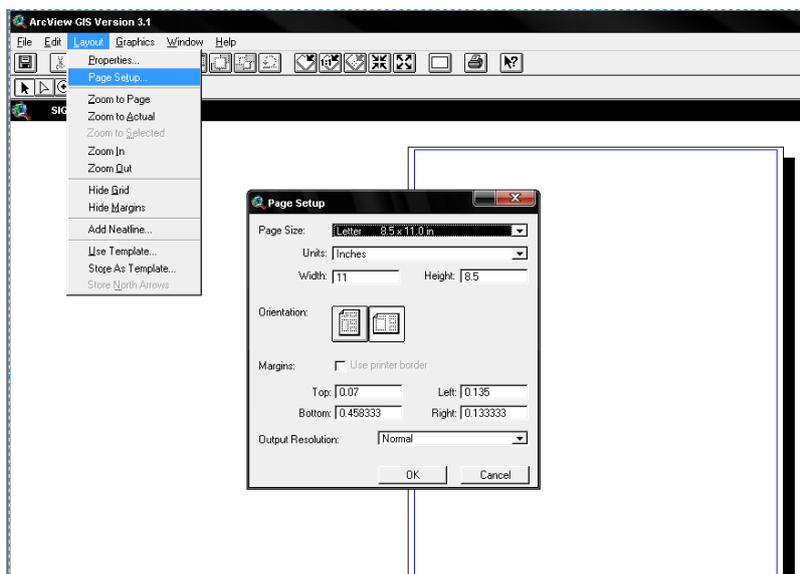
Se definen las propiedades de la siguiente forma: **layout / properties** y se le asigna el nombre SIG-UPB. En el layout se ven unos puntos que constituyen el grid. De su separación dependerá el grado posterior. Se recomienda fijarlo en 0.01 en horizontal como vertical como muestra la figura

Figura 42 Propiedades de layout



Se define la orientación de la pagina en la ventana **layout / page setup**, Luego en page size se escoge el tamaño del papel que para este caso es Letter (tamaño carta) y la orientación que se define como horizontal.

Figura 43 Orientación de la hoja



Para agregar el mapa SIG-UPB se busca la herramienta **view frame** y en las opciones que se despliegan se utiliza la primera de ellas y con el mouse se define el marco dentro de la hoja teniendo en cuenta dejar un espacio para el rotulo (ver figura 44); al soltar el mouse aparecerá la ventana **view frame properties**, se escoge la vista sig-upb y en la opción **user specific scale** se escribe usualmente 200000 (ver figura 45) y aparecerá el mapa en la pagina (ver figura 46).

Para modificar la escala de visualización, se busca con el mouse la herramienta **pointer** (flecha), acérquese al mapa y haga doble clic y se le da un nuevo valor hasta que se satisfagan las expectativas

Figura 44 Creación rotulo



Figura 45 Escala específica

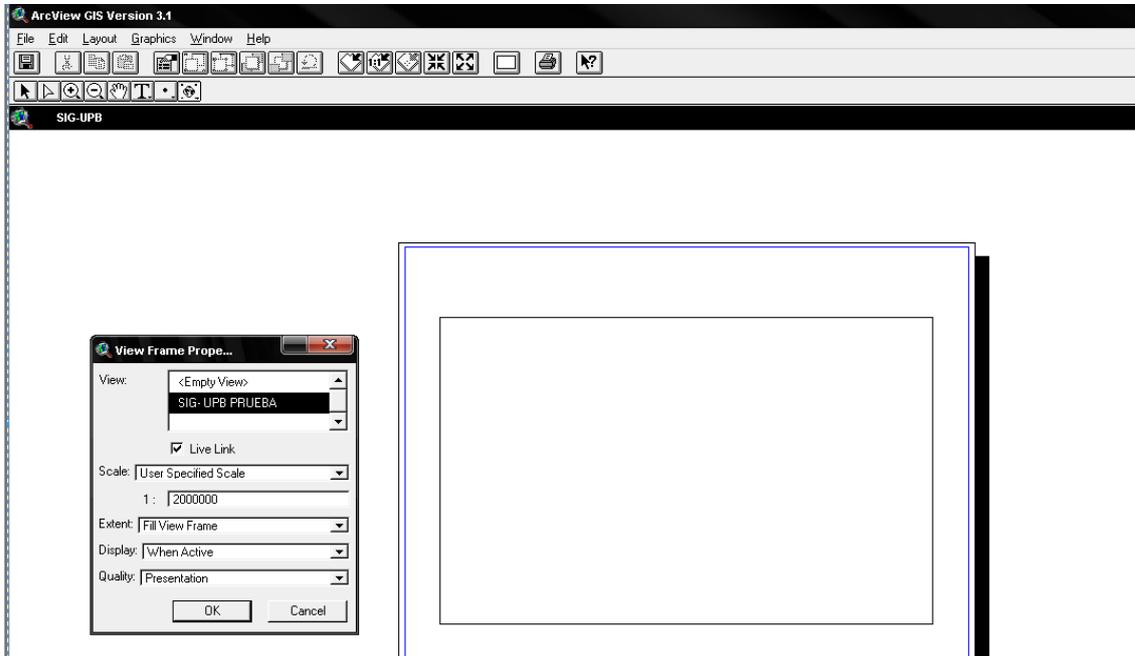
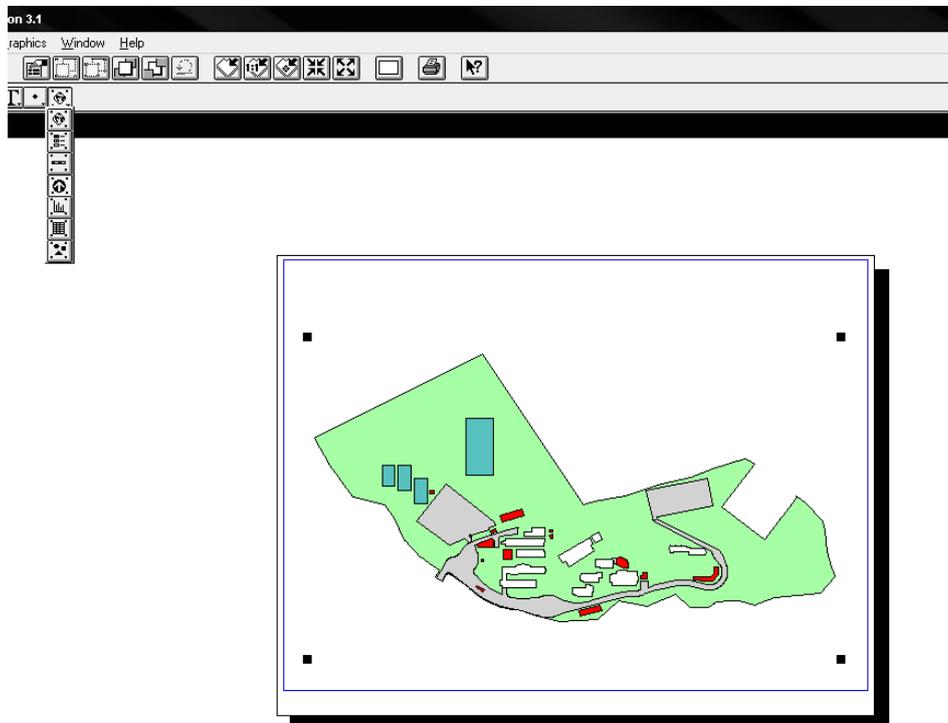
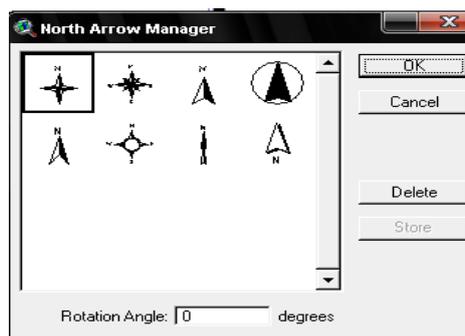


Figura 46 Visualización layout



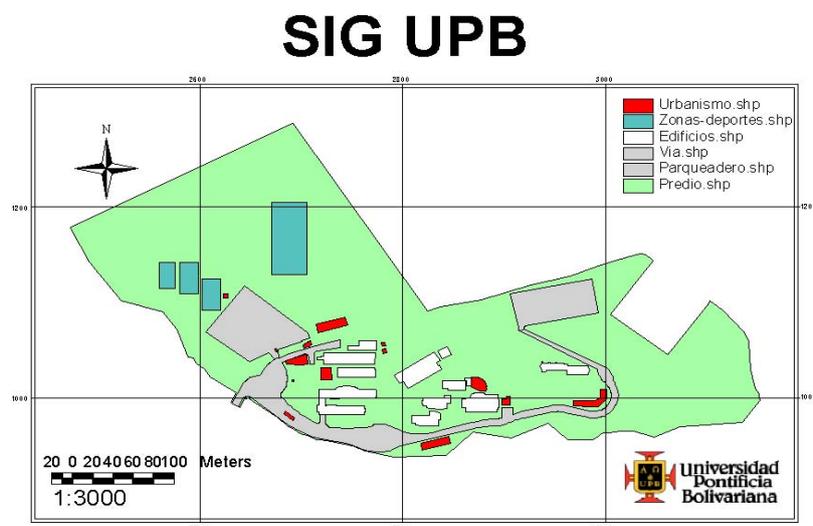
Para agregar el norte al mapa se despliega las opciones de la herramienta **view frame** y se busca la fleche, luego con el mouse se define un rectángulo en donde se desea ubicar y se selecciona la imagen de su preferencia (Ver figura 47). De esta misma forma se agregan las escalas gráfica y numérica al igual que las convenciones y el texto.

Figura 47 Herramienta NORTE



Luego para agregar las coordenadas se da clic en **file / extensions / graticules and measured grids**. Una vez hecho este paso se observa un nuevo botón, en el cual se gradúa el intervalo de la grilla, se cambia el **display** de **tick marks** a **lines**, luego **preview** y **finish**; por ultimo en la figura 48 se observa el layout terminado.

Figura 48 Layout SIG-UPB



3.3.6 Consultas

En el SIG-UPB se puede realizar consultas de tipo alfanumérica y espacial.

3.3.6.1 Consultas alfanuméricas.

Existen dos herramientas para realizar búsquedas basadas en los datos alfanuméricos de un tema. La primera es la herramienta **Find** (binoculares), con la cual se pueden realizar búsquedas basadas en un campo de texto y muestra solo el primer elemento que encuentre con ese texto. Ejemplo se necesita buscar la oficina del ingeniero Jorge Gómez. Lo primero que se hace es activar la vista del tema que necesitamos, en este caso el edificio E, buscamos la herramienta **Find** y escribimos el nombre y damos **OK**. Nos vamos a la tabla y ahí encontramos los datos. Como muestra la figuras 49 y 50.

Figura 49 Consulta con la herramienta *Find*

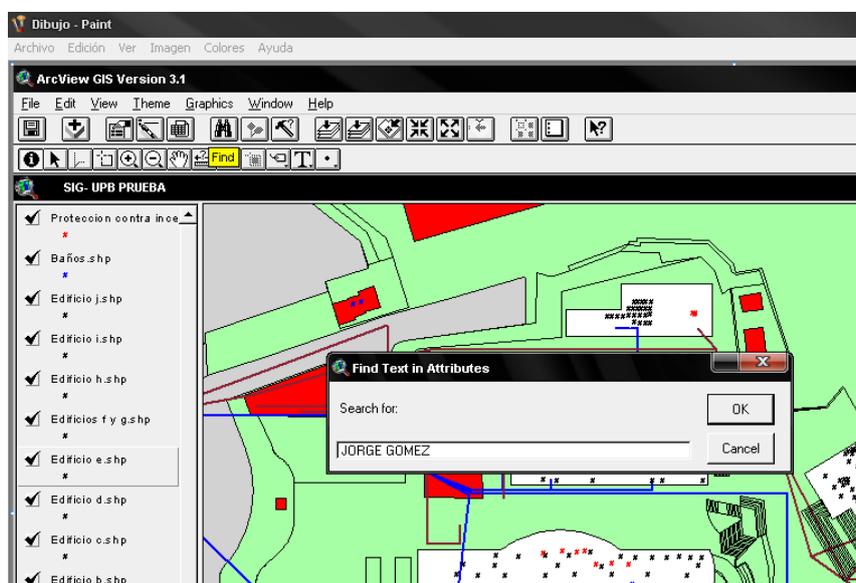


Figura 50 Consulta con la herramienta Find

Shape	Id	Edificio	Piso	Salon	Descripcion	Nombre	Lugar	Personal	Cargo
Point	278	E	1	101	salon	sala de musica	andres paez		profesor
Point	279	E	1	102	oficina	sala de profesores	N.A		Administracion e Informatica
Point	280	E	1	102-1	oficina	sala de profesores	Gonzalo Porras		Administracion de Empresas
Point	281	E	1	102-2	oficina	sala de profesores	Guillermo Gomez		Administracion de Empresas
Point	282	E	1	102-3	oficina	sala de profesores	Margarita Plata		Administracion de Empresas
Point	283	E	1	102-4	oficina	sala de profesores	Gladis Rueda		Administracion de Empresas
Point	284	E	1	102-5	oficina	sala de profesores	Diana Gomez		Ingenieria Informatica
Point	285	E	1	102-6	oficina	sala de profesores	Wilson Castaño		Ingenieria Informatica
Point	286	E	1	102-7	oficina	sala de profesores	Clara Bello		Ingenieria Informatica
Point	287	E	1	103	oficina	sala de profesores	N.A		Formacion Humanistica
Point	288	E	2	103-1	oficina	sala de profesores	Gustavo Quintero		Humanismo Cultura y Valores
Point	289	E	2	103-2	oficina	sala de profesores	Santiago Ojalora		Etica
Point	290	E	2	103-3	oficina	sala de profesores	Martha Ojeda		Humanismo
Point	291	E	2	103-4	oficina	sala de profesores	Ledis Bohorquez		f. Política y Doctrina Social de
Point	292	E	2	103-5	oficina	sala de profesores	Nicolas Alzate		Cultura Teologica
Point	293	E	2	103-6	oficina	sala de profesores	Andres Paez		Apreciacion Musical
Point	294	E	2	103-7	oficina	sala de profesores	Oscar Rueda		Antropologia
Point	295	E	2	201	salon	salon de clases	N.A		N.A
Point	296	E	2	202	oficina	facultad de ing civil	Aldemar Remolina Millan		Director escuela Ing. Civil
Point	297	E	2	202-1	oficina	esp interventoria	Rafael Ortiz		Coordinador esp. Interventoria
Point	298	E	2	202-2	oficina	esp en vias	Jorge Gomez		Coordinador esp. en Vias
Point	299	E	2	202-3	oficina	secretaria	sandrita		Secretaria
Point	300	E	3	301	salon	salon de clases	N.A		N.A
Point	301	E	3	302	oficina	facultad de ing industri	Nelson Moreno		Director
Point	302	F	3	302-1	oficina	secretaria academica	Maria theresa castillo		Secretaria Academica

La segunda herramienta es la **Query Builder** (martillo) con la cual se realizan búsquedas basadas en condiciones sobre los campos numéricos o de texto y la ayuda de operadores tanto matemáticos como los booleanos. Ejemplo se necesita un salón con capacidad para 30 personas y que tenga aire acondicionado. Lo primero que se hace es activar la vista del tema que necesitamos, en este caso el edificio D, buscamos la herramienta **Query Builder** y se escribe las condiciones como muestra la figura 51 y 52.

CONDICIONAL EMPLEADA

$([Aire_]=1) \text{ and } ([Capacidad_]) \geq 30$

Figura 51 Consulta con la herramienta Query Builder

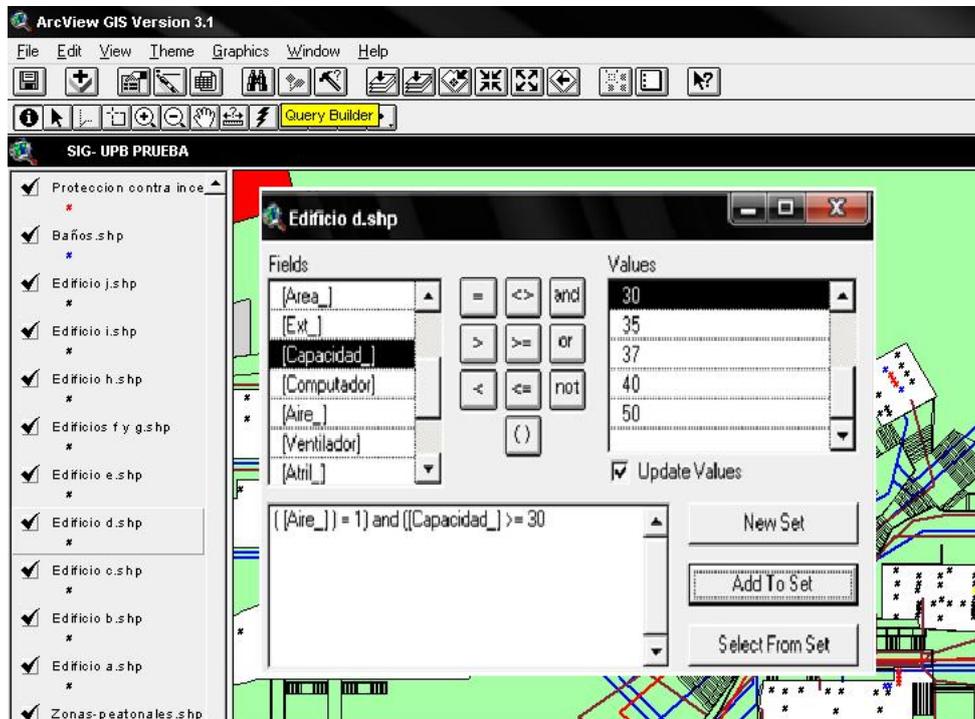


Figura 52 Consulta con la herramienta Query Builder

Table of 8 of 127 selected records from the 'tributes of Edificio d.shp' layer.

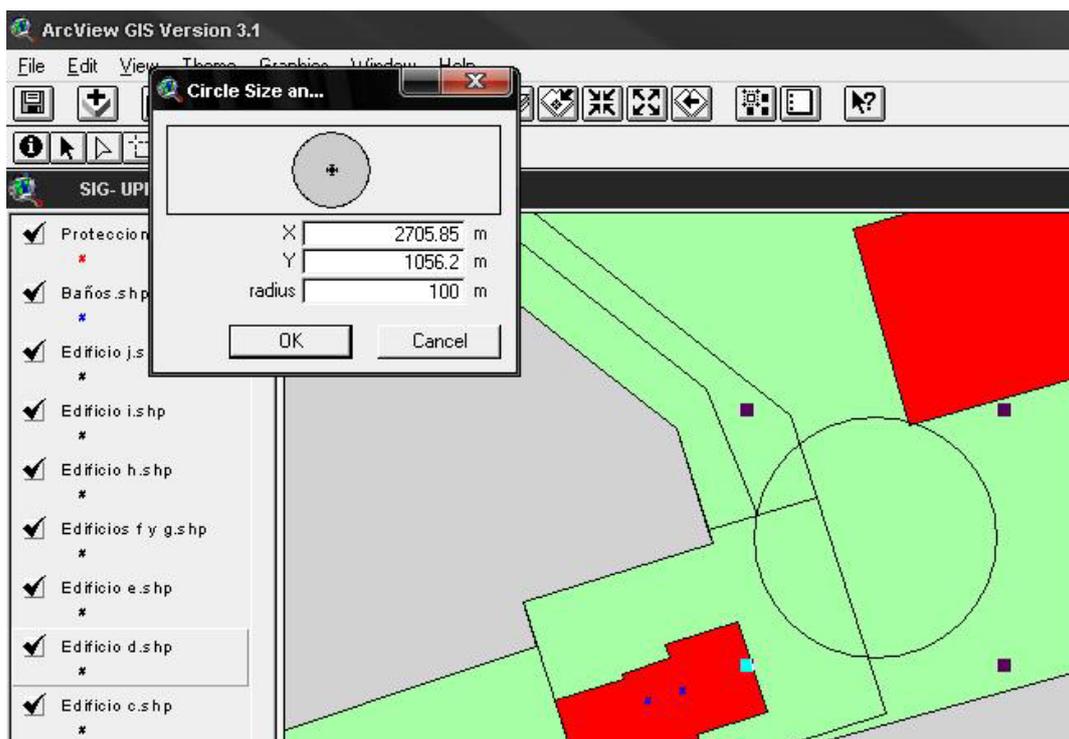
Id	Edificio	Salon	Piso	Descripcion	Nombre Leg	Personal	Carga	Area	Ext	Capacidad	Computador	Aire
221	D	D-100	1	SALON	SALON DE CLASE	NA	NA	77	0	40	0	1
222	D	D-101	1	CAPILLA	CAPILLA	PADRE	PARROCO CAPILLA UPB	61	0	35	0	0
223	D	D-102-1	1	OFICINA	SERVICIOS GENERALES	LUIZ ASTRID RAMIREZ	JEFE SERVICIOS GENERALES	40	410-409	0	3	0
224	D	D-102-2	1	OFICINA	CONTABILIDAD	AMPARO LEON DURAN	CONTADORA UPB	0	509-458-47	0	0	0
225	D	D-103	1	OFICINA	CONVENIO UNIVERSIDAD CE	GLADIS ROSIO RAMIREZ	COORDINADORA DE CONVENIO	21	513-514	0	5	0
226	D	D-104	1	OFICINA	DEPARTAMNETO DE ADMI	YANETH JIMENEZ	SECRETARIA	12	544	0	1	0
227	D	D-104-1	1	CAFETERIA	CAFETERIA D PRIMER PISO	LUIZ ASTRID	SERVICIOS GENERALES	21	0	0	0	0
228	D	D-200	2	OFICINA	RECTORIA	MONSEÑOR PRIMITIVO SIE	RECTOR	78	435	0	1	1
229	D	D-200-1	2	OFICINA	SECRETARIA	AYDE SAAVEDRA	SECRETARIA	78	435	0	1	0
230	D	D-201	2	SALA JUNTAS	SALON DE JUNTAS	N.A	N.A	49	0	15	1	1
231	D	D-202-1	2	OFICINA	SECRETARIA GENERAL	CARLOS AGUSTO MORA	SECRETARIO GENERAL	50	431-432	0	1	0
232	D	D-202-2	2	OFICINA	SECRETARIA	LILIANA MARIA GODY	SECRETARIA	50	431-432	0	1	0
233	D	D-202-2A	2	OFICINA	AUDITORIA	EUDORO RUEDA QUINTER	AUDITOR INTERNO	50	551-571	0	1	0
234	D	D-202-2-1	2	OFICINA	SECRETARIA	OLGA LUCIA OBVEDIO	SECRETARIA	50	571	0	1	0
235	D	D-203	2	OFICINA	ADMINISTRACION DE EMPR	JULIO GONZALES	DIRECTOR FACULTAD ADMINISTRACION	46	472	0	1	0
236	D	D-203-1	2	OFICINA	SECRETARIA	YOLIMA QUINTANILLA	SECRETARIA	46	448	0	1	0
237	D	D-204	2	OFICINA	DEPARTAMENTO PLANEACIO	DOC LUIS ALFONSO DIAZ N	DIRECTOR PLANEACION	53	445-466	0	1	0
238	D	D-204-1	2	OFICINA	PROFESIONALES DE APOYO	LINA ANGARITA	PROFESIONAL APOYO ADMINISTRATIVO	53	608	0	3	0
239	D	D-204-2	2	OFICINA	SECRETARIA	JULIETH PEREZ	SECRETARIA	53	445	0	1	0
240	D	D-205	2	OFICINA	VICERECTORIA ACADEMICA	DOC LUIS ALFONSO DIAZ N	VICERECTOR ACADEMICO	55	425	0	1	0
241	D	D-205-1	2	OFICINA	VICERECTORIA ADMINISTR	DOC ELSA BEATRIZ GUTIE	VICERECTORA ADMINISTRATIVA Y FINAN	55	425	0	1	0
242	D	D-205-2	2	OFICINA	SECRETARIA	MARTHA ISABEL LOPEZ PA	SECRETARIA	55	425	0	1	0
243	D	D-300	3	SALON	SALA DE INFORMATICA	ALDEMAR	COORDINADOR SALA INFORMATICA	77	0	40	40	1
244	D	D-301	3	OFICINA	SALA DE PROFESORES	MARIA KOPTYKO	DOCENTE DE AMBIENTAL	49	548	7	1	0
245	D	D-301-1	3	OFICINA	SALA DE PROFESORES	ALVARO CAJIGAS	DOCENTE DE AMBIENTAL	49	548	7	1	0
246	D	D-301-2	3	OFICINA	SALA DE PROFESORES	YOLANDA GAMARRA	DOCENTE DE AMBIENTAL	49	548	7	1	0
247	D	D-301-3	3	OFICINA	SALA DE PROFESORES	LUIS EDUARDO CASTILLO	DOCENTE DE AMBIENTAL	49	548	7	1	0
248	D	D-301-4	3	OFICINA	SALA DE PROFESORES	MARIA DEL PILAR	DOCENTE DE NEGOCIOS INTERNACIONA	49	548	7	0	0

3.3.6.2 Consultas espaciales.

Las consultas espaciales se pueden hacer utilizando la herramienta círculo de la siguiente manera: se necesita saber cuáles canchas de SIG-UPB cuentan con servicio de baños, con coordenadas X=2705.85 y Y=1056.11 en un radio de 100m.

Lo primero es seleccionar la herramienta **draw**, se hace clic en el **círculo** y se dibuja sobre el mapa. Como se debe cambiar la posición y distancia se va al menú, **graphics/size and position**. Se colocan los valores de las coordenadas y radio dadas anteriormente, como se muestra en la figura 53.

Figura 53 Consultas espaciales



Luego se enciende el tema zonas deportivas y se da clic en la herramienta **select features using graphics** y así el SIG-UPB muestra en amarillo los resultados como se muestra en la figura 54

Figura 54 Consultas espaciales



ArcView GIS Version 3.1

File Edit Table Field Window Help

2 of 4 selected

Attributes of Zonas-deportes.shp

Shape	ID	Nombre	área	Deportes	Estado	Materia	Imagen
Polygon	16	MULTIPLE	594	FUTBOL/BALONCESTO	BUENO	CEMENTO	C:\SIG-UPB\POLIGONOS\FOTOS\CANCHA
Polygon	17	MULTIPLE	594	FUTBOL/BALONCESTO	BUENO	CEMENTO	C:\SIG-UPB\POLIGONOS\FOTOS\CANCHA
Polygon	18	VOLLEYBOOL	432	VOLLEYBOLL	BUENO	CEMENTO	C:\SIG-UPB\POLIGONOS\FOTOS\CANCHA
Polygon	19	FUTBOL	2625	FUTBOL	BUENO	TIERRA	C:\SIG-UPB\POLIGONOS\FOTOS\CANCHA

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se puede concluir que el proyecto: “DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA” logró recopilar, seleccionar, digitalizar y realizar el montaje de la información espacial y alfanumérica que contiene el campus universitario.

Se inventarió en una base de datos la información de los edificios A, B, C, D, E, F, G, H, I y J., como también se realizó el montaje de las redes eléctricas, sanitarias e hidráulicas.

Se logró montar en el SIG-UPB la información correspondiente en zonas verdes, zonas viales, zonas deportivas y de esparcimiento

En la utilización SIG-UPB, se puede generar consultas preliminares ya sea alfanumérica o espacial, respondiendo satisfactoriamente a las necesidades del usuario.

Al terminar este proyecto se observó la importancia de las herramientas computacionales como los Sistemas de Información Geográfica para el desarrollo de aplicaciones, porque su buen manejo, permite la administración de la información gráfica y alfanumérica.

Como aporte a la Universidad queda la aplicación SIG-UPB que permite la toma de decisiones en la planeación, construcción, mantenimiento de obras civiles e incluso en el manejo de situaciones de emergencia o de planes de contingencia ante hechos no frecuentes.

Gracias a la utilidad y el éxito que se proyecta, el “DISEÑO DE UNA APLICACIÓN SIG EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA” se espera que:

- Las bases de datos sean actualizadas permanentemente, preferiblemente cada año o cambio de semestre, ya que así se garantiza información confiable y efectiva.
- Continuar e implementar el SIG-UPB, con nuevos proyectos e ideas que generen una rápida acción técnica en problemas de la vida real.
- Actualizar las redes existentes en el SIG-UPB, siguiendo la continuidad con la etapa que se diseño y montar las redes del edificio J.

Debido a la poca facilidad de adquisición de la información gráfica en la universidad como planos, se recomienda reorganizar y permitir a toda la escuela de ingeniería civil, en especial a estudiantes practicantes el acceso a estos documentos, para así pensar en futuras investigaciones y proyectos donde se mejore la calidad y eficiencia en cualquier consulta grafica.

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] BUZAI, Gustavo D. Sistema de Información Geográfico (SIG) y cartografía temática, Método y técnicas para el trabajo en el aula. Lugar Editorial.2008
- [2] LANTADA ZARZAOSA, Nieves, NUNEZ ANDRÉS, M. Amparo, Sistema de Información Geográfico, Prácticas con Arcview, Alfa Omega grupo editor, 2004
- [3] DACEY, M Linguistics aspects of maps and Geographic information. Ontario Geography. 5:71-80,1970
- [4] GÓMEZ GOMÉZ, Jorge Hernando. Sistema de Información Geográfica. Publicaciones UIS. Escuela de Ingeniería Civil. Bucaramanga, 2005.
- [5] PERÉZ SOLANO, Holguer Fernando, MALDONADO SARMIENTO, Harvison Leandro. Levantamiento y Georeferenciación de nodos, redes y polígonos pertenecientes al campus central de la Universidad Industrial de Santander para su implementación en el Sistema de Información Geográfica SIG-UIS. Trabajo de Grado (ingeniero civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Bucaramanga, 2007
- [6] BOSQUE SENDRA, Joaquin. Sistema de Información Geográfica (SIG). Madrid, España. Rialp, 1992.

[7] GÓMEZ GOMÉZ, Jorge Hernando. Arc View GIS. Publicaciones UIS. Escuela de Ingeniería Civil. Bucaramanga, Colombia.

[8] INSTITUTO AGUSTIN CODAZZI. Modelo de Datos. Bogotá, Colombia.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] WOLF/GHILANY. Elementary Surveying, an Introduction to geomatics.2002.

[2] LANTADA ZARZAOSA, Nieves, NUNEZ ANDRÉS, M. Amparo, Sistema de Información Geográfico, Prácticas con Arcview, Alfa Omega grupo editor, 2004.

[3] CACERES, J, Ingeniería de Sistema de Información Geográfica. (Material de apoyo pedagógico Especialización en Sistemas de Información Geográfica), UIS. Bucaramanga, 2002.

[4] GÓMEZ GOMÉZ, Jorge Hernando. Sistema de Información Geográfica. Publicaciones UIS. Escuela de Ingeniería Civil. Bucaramanga, 2005.

[5] PERÉZ SOLANO, Holguer Fernando, MALDONADO SARMIENTO, Harvison Leandro. Levantamiento y Georeferenciación de nodos, redes y polígonos pertenecientes al campus central de la Universidad Industrial de Santander para su implementación en el Sistema de Información Geográfica SIG-UIS. Trabajo de Grado (ingeniero civil). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Bucaramanga, 2007.

[6] BUZAI, Gustavo D. Sistema de Información Geográfico (SIG) y cartografía temática, Método y técnicas para el trabajo en el aula. Lugar Editorial.2008.

[7] TEIXEIRA, A, MATIAS, L, Qual a melhor defincao de SIG. Factor GIS,1995.

[8] DACEY, M Linguistics aspects of maps and Geographic information. Ontario Geography. 5:71-80, 1970.

[9] GOMEZ G, Jorge Hernando, Curso Básico de ArcView, Autoaprendizaje.2004.

[10] AUTODESK ®.Auto CAD map 3D 2006 help manual. 2006.

[11] <http://www.humboldt.org.co/humboldt/mostrarpagina.php?codpage=70001>
mayo 2009.

